

Engineering SPT - STUDIO PIERPAOLO ing. TURCHI



47521 CESENA (FC) - Via Cesare Battisti, 149
Tel 0547-613143 - Fax 0547-613143

Web: <http://www.engineeringspt.it>
E-mail: studio.ingegneria@aruba.it
info@engineeringspt.it
pierpaolo.turchi@ingpec.eu

COMUNE DI: **GAMBETTOLA**

All.to : **2A-1**

PROPRIETÀ: **VITROPLANT ITALIA S.r.l. SOCIETÀ AGRICOLA**
Via Loreto n° 170 – LOC. BUDRIO - 47521 CESENA (FC)
(P.I. 03437480407)

RELAZIONE di CALCOLO

- BLOCCO SERVIZI CT -

OGGETTO: **PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI IMPIANTO SERRICOLO IN AMPLIAMENTO A QUELLO ESISTENTE - ISTANZA PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI art. 53 L.R. 24/17 – 47035 GAMBETTOLA (FC).**

Il progettista delle strutture



E

COMUNE DI GAMBETTOLA
Comune di Gambettola

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N. 0002507/2024 del 12/02/2024

Firmatario: pierpaolo.turchi

INDICE

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	PAG. 2
2.a DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E MORFOLOGICO	PAG. 2
2.b DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA	PAG. 2
2.c NORMATIVA TECNICA	PAG. 3
2.d DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO	PAG. 4
2.e DESCRIZIONE DEI MATERIALI	PAG. 7
2.f ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	PAG. 8
GRAFICI SPETTRI DA NORMATIVA	PAG. 9
CONTROLLO DEFORMABILITÀ TORSIONALE	PAG. 10
2.g INDICAZIONI DELLE COMBINAZIONI	PAG. 12
2.h METODI DI ANALISI	PAG. 13
2.i RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA MODALE	PAG. 26
2.l TABELLA MASSE ECCITATE	PAG. 27
2.m CRITERI DI VERIFICA	PAG. 28
DIMENSIONAMENTO OPERE IN C.C.A.	PAG. 28
DIMENSIONAMENTO OPERE IN ACCIAIO	PAG. 32
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	PAG. 33
ALTRI RISULTATI SIGNIFICATIVI	PAG. 34
2.n DEFORMAZIONI E SOLLECITAZIONI PIÙ SIGNIFICATIVE	PAG. 35
CONFIGURAZIONI DEFORMATE	PAG. 35
INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE	PAG. 36
2.o CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO	PAG. 37
2.p STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE	PAG. 40
2.q VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI	PAG. 43

2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

2. a) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E MORFOLOGICO

Il fabbricato oggetto di intervento di nuova costruzione si trova nel Comune di Gambettola (FC) e precisamente nei terreni di proprietà della Vitroplant a confine con la zona artigianale e con accesso dalla Via Lorenzini Ezio. Morfologicamente l'area in cui si trova il fabbricato risulta essere pianeggiante ex area agricola, posta ad una quota di circa +30m s.l.m.

2. b) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

Il fabbricato con destinazione d'uso a servizi tecnologici per l'attività aziendale si presenta di forma regolare con dimensioni massime in pianta di 6.00 x 10.00m, ad un piano fuori terra, con due vani tecnici all'interno e copertura in mono pendenza con altezza da 3.00m a 3.15m massima.

Avrà struttura portante in carpenteria metallica costituita da telai composti da montanti in profili HeA140 collegati tra loro a livello della copertura da profili IPE240 e IPE180; il solaio di copertura sarà realizzato con un solo pannello coibentato tipo "Metecno" dello spessore di 100mm e pertanto non potrà essere considerato infinitamente rigido nel proprio piano; mentre la fondazione sarà costituita da una platea superficiale dello spessore di 35cm armata con doppia rete elettrosaldata $\phi 10/20 \times 20$.

La struttura verrà calcolata con riferimento al D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", i criteri di progettazione adottati sono quelli riportati nelle NTC: regolarità, duttilità.

Per il calcolo strutturale è stata eseguita l'analisi dinamica modale considerando il comportamento elastico lineare di un insieme di elementi finiti, utilizzando come algoritmo di calcolo il solutore, denominato LiFE; sono bastati i primi 9 modi di vibrare della struttura, sufficienti ad eccitare più del 85% delle masse totali e comunque con massa partecipante superiore al 5% in accordo con il paragrafo §7.3.3.1 delle NTC 2018.

Le verifiche, sulle strutture in c.c.a. di fondazione, sono state condotte allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e allo stato limite di danno (SLD) per il controllo degli spostamenti, mentre per gli elementi in acciaio sono state condotte, secondo EC3, la verifica dell'indice di resistenza I.R. e della snellezza che hanno dato esito positivo con valori sempre inferiori all'unità.

2. c) NORMATIVA TECNICA

NORME DI RIFERIMENTO COGENTI

LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER L'INTERVENTO DI CUI ALL'OGGETTO E' LA SEGUENTE:

- L. 05/11/1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso...".
- L. 02/02/1974 n°64 "Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche...".
- UNI EN 206-1 – 2001 " Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- D.P.R. n.380 del 06/06/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia".
- UNI EN 1993-1-1:2005 (EC3)
- UNI EN 1993-1-8:2005 (EC3)
- UNI EN 1998-1:2005 (EC8)
- UNI EN 1998-5:2005 (EC8)
- UNI 11104 – 2004 "Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità; Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
- D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni". (di seguito NTC18)
- Circolare C.S.LL.PP. N° 7 del 21/01/2019: "Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018". (di seguito CNTC18)

ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI

Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN ed in particolare:

- Eurocodice 1: base di calcolo ed azioni sulle strutture;
- Eurocodice 3: progettazione delle strutture in acciaio;
- Eurocodice 8: indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;

2. d) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO**CARICHI PERMANENTI**SOLAIO PIANO COPERTURA

P.p. solaio in PANNELLI tipo "Metecno" h=100cm	20 Kg/m ²
impianti	80 Kg/m ²

TOT. PERMANENTI	100 Kg/m ²
-----------------	-----------------------

Carichi variabili (neve) =	125 Kg/m ²
----------------------------	-----------------------

TOT. VARIABILI	125 Kg/m ²
----------------	-----------------------

AZIONE DELLA NEVE

Normativa : D.M. 17/01/2018 (NTC 2018, Circolare 21/01/2019, n.7)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

Provincia : FORLÌ'-CESENA

Zona : Im

Altitudine : 30 m s.l.m.

Valore caratteristico neve al suolo : $q_{sk} = 3.22 \text{ kN/m}^2$

Coefficiente di esposizione C_E : 1 (Normale)

Coefficiente termico C_t : 1

Tipo di copertura: PIANA ($\alpha = 1^\circ$)

Dimensione minima in pianta della copertura: 6.00 m.



Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Si deve considerare la condizione di carico riportata nella figura a lato, la quale deve essere utilizzata per entrambi i casi di carico, con o senza vento.

Carico da neve :

$$q_s(\mu_1(\alpha)) = 2,57 \text{ kN/m}^2 \quad [\mu_1(\alpha) = 0.8] \quad q_s(\mu_1=0.8) = 2,57 \text{ kN/m}^2$$

AZIONE DEL VENTO

La pressione del vento è calcolata secondo l'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

Provincia: Forlì-Cesena

Zona: 2

Altitudine: 0.30m s.l.m. Tempo di ritorno T_r : 50 anni; Velocità di riferimento $v_r(T_r)$: 25 m/s

Pressione cinetica di riferimento $q_r = 39 \text{ kg/m}^2$ Altezza della costruzione z : 3.15m (z_{min} : 5m)

Distanza dalla costa: Terra, entro i 30 km dalla costa Classe di rugosità del terreno: B

Categoria di esposizione del sito: III Coefficiente topografico c_t : 1

Coefficiente dinamico c_d : 1 Coefficiente di esposizione $c_e(z)$: $c_e(z = 5\text{m}) = 1.71$ $c_e(z = 9.05\text{m}) = 2.07$

Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde inclinate o curve

Costruzioni completamente stagne

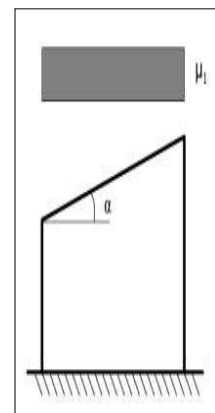
Elementi sopravvento ($\alpha \geq 60^\circ$) : $c_p = 0.8$ Elementi sopravvento ($0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$) ed elementi sottovento : $c_p = -0.4$

Pressione del vento con coefficiente di forma $c_p = -0.4$

$$p(z_{min} = 5 \text{ m}) = -266.8 \text{ N/m}^2 \quad p(z = 9.05 \text{ m}) = -323.97 \text{ N/m}^2$$

Pressione del vento con coefficiente di forma $c_p = 0.8$

$$p(z_{min} = 5 \text{ m}) = 533.6 \text{ N/m}^2 \quad p(z = 9.05 \text{ m}) = 647.95 \text{ N/m}^2$$

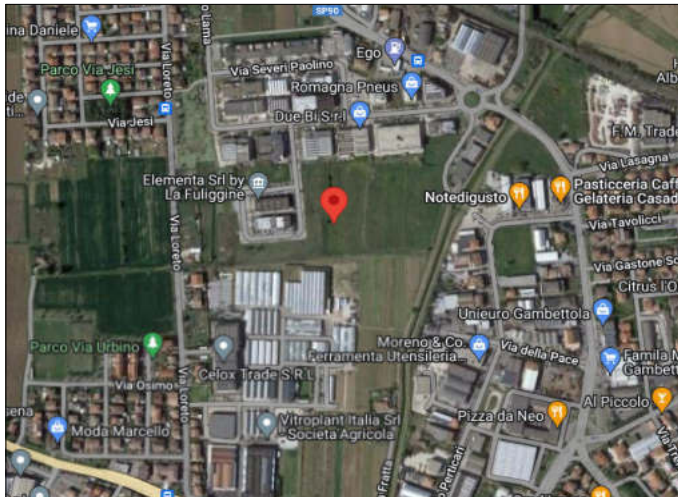


PERICOLOSITÀ SISMICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Le coordinate geografiche (ED50) del sito sono le seguenti:

Lat. 44°111739 Long. 12°330683



Latitudine (WGS84)	44.1117387	Longitudine (WGS84)	12.33068342	
Latitudine (ED50)	44.112918	Longitudine (ED50)	12.331489	
Altitudine (mt)	30			
Classe dell'edificio	II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti			
Vita Nominale Struttura	50			
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	50			
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività	30	0.056	2.450	0.270
Danno	50	0.071	2.428	0.284
Salvaguardia Vita	475	0.190	2.444	0.310
Prevenzione Collasso	975	0.248	2.465	0.315

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4.

Nella nuova normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale (vedi la tabella sopra):

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO di RIFERIMENTO

Ai sensi del § 2.4.1 del DM 17.01.2008, per la struttura in oggetto è prevista una Vita Nominale di:

$V_n \geq 50$ anni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

Ai sensi del § 2.4.2, in presenza di azioni sismiche la classe d'uso della struttura risulta:

classe d'uso = Classe II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni d'emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti)

Ai sensi del § 2.4.3, il periodo di riferimento V_r della costruzione valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso $C_U=2$ risulta: periodo di riferimento = $V_r = 50$ anni

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA				
Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U :				
$V_R = V_N \cdot C_U$			[2.4.1]	
Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.				
Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso C_U				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0
Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.				

Periodo di riferimento per l'azione sismica

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario definire la categoria del sottosuolo e le condizioni topografiche.

In base ad indagini eseguite dal dott. Geologo Aride Bucci nel mese di ottobre 2023, a pag. 22 della relazione geologica sono riportate le seguenti conclusioni:

"Nel caso in oggetto la categoria di sottosuolo è stata rilevata attraverso la realizzazione di una analisi sismica passiva a stazione singola HVSR che ha restituito una **vseq = 210m/s** a cui viene fatta corrispondere una **categoria C**.

Per quanto concerne la condizione topografica invece, l'area investigata si sviluppa in ambito di pianura rispecchiando il **caso T1**.

I coefficienti sismici necessari per le verifiche strutturali di progettazione sono invece ricavati dalle tabelle inserite nelle paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC del D.M. 14.01.2008 e confermate nelle NTC del 17/01/2018."

2.e) DESCRIZIONE DEI MATERIALI**CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA in accordo alla UNI EN 206-1:**CLASSE DI RESISTENZA = C25/30 [Rck=30 N/mm²]

CLASSE DI ESPOSIZIONE = XC1

CLASSE DI CONSISTENZA = S4 (FLUIDO)

DIAMETRO MAX INERTE < 32mm

COPRIFERRO NOMINALE: 25mm

TOLLERANZA: 10mm

Codice	Descrizione	Tipo materiale	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	Calcestruzzo	+3.21e+05	0.120	0.00250	+1.00e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

ACCIAIO:

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e verrà utilizzato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C con resistenza a trazione nominale $f_{t, nom} = 540 \text{ N/mm}^2$ e resistenza di snervamento nominale $f_{y, nom} = 450 \text{ N/mm}^2$ che rispetta i requisiti indicati nella tabella seguente:

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5,0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5,0
	$(f_t/f_{yk})_k$	$\geq 1,15$
		$< 1,35$
	$(f_y/f_{y, nom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
	$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ
	$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ
	per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ
	per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ

ACCIAIO DA CARPENTERIA:

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

2.f) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

TIPOLOGIA STRUTTURALE: struttura a telai sismo resistenti con elementi resistenti in acciaio in entrambe le direzioni principali, a un piano fuori terra e tre campate.

MODELLAZIONE DEI VINCOLI INTERNI ED ESTERNI

I vincoli interni tra i vari elementi "beam" sono stati considerati i principali come incastri (vincolo di continuità materiale) ed i secondari svincolati. La presenza del solaio di copertura con pannelli prefabbricati tipo "Metecno" è tale che nel modello non si possa adottare il piano infinitamente rigido (orizzontale con coincidenza del nodo master con il baricentro delle masse), e pertanto la verifica di deformabilità è stata eseguita manualmente. Il comportamento del terreno è stato rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una attendibile costante di sottofondo $k = 2.4$.

AZIONE SISMICA PER LO STATO LIMITE ELASTICO**INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA**

Nome dell'archivio di lavoro	VITROPLANT - CT ver 27-10-2023
Intestazione del lavoro	VITROPLANT - BLOCCO SERVIZI CT
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kg
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018

Normativa

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Località	Gambettola - Via Lorenzini Ezio
Longitudine (WGS84)	12.33068
Latitudine (WGS84)	44.11174
Categoria del suolo	C
Coefficiente topografico	1
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricità accidentale	5%
Numero di frequenze	9

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s ²)
SLO	30	0.0557	2.4500	0.27	1.62	1.50	0.820
SLD	50	0.0705	2.4290	0.28	1.59	1.50	1.037
SLV	475	0.1898	2.4470	0.31	1.55	1.42	2.646
SLE	475	0.1898	2.4470	0.31	1.55	1.42	2.646
SLC	975	0.2480	2.4670	0.31	1.54	1.33	3.243

STATO LIMITE ELASTICO**STATO LIMITE DI DANNO**

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	qor=1.5
Coeff.moltiplicativo sisma	1.000
Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

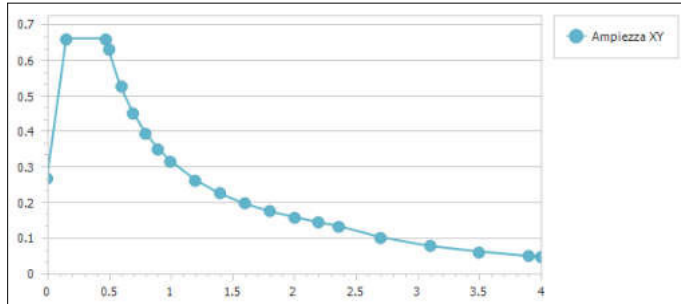
GRAFICI SPETTRI DA NORMATIVA

Lo spettro di progetto dello stato elastico (SLE) viene utilizzato per il calcolo delle strutture in elevazione, travi e pilastri nel caso in oggetto, assieme al dimensionamento statico, che viene realizzato in condizioni ultime (SLU) e di esercizio (SLD).

ELASTICO

Coefficiente moltiplicativo sisma = 1 applicato
Spettri orizzontali

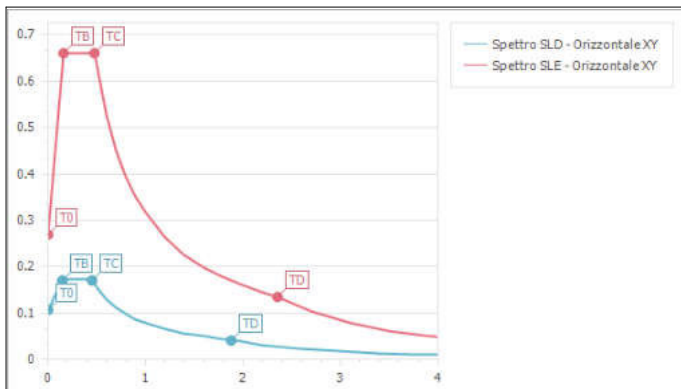
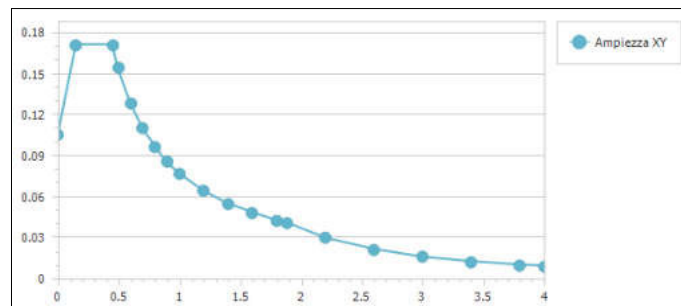
Num.	Periodo	Ampiezza XY
1	0.000	0.270
2	0.160	0.661
3	0.479	0.661
4	0.500	0.633
5	0.600	0.527
6	0.700	0.452
7	0.800	0.396
8	0.900	0.352
9	1.000	0.316
10	1.200	0.264
11	1.400	0.226
12	1.600	0.198
13	1.800	0.176
14	2.000	0.158
15	2.200	0.144
16	2.359	0.134
17	2.700	0.102
18	3.100	0.078
19	3.500	0.061
20	3.900	0.049
21	4.000	0.047



Stato limite di danno SLD

Coefficiente moltiplicativo sisma = 1 applicato
Spettri orizzontali

Num.	Periodo	Ampiezza XY
1	0.000	0.106
2	0.151	0.171
3	0.452	0.171
4	0.500	0.155
5	0.600	0.129
6	0.700	0.110
7	0.800	0.097
8	0.900	0.086
9	1.000	0.077
10	1.200	0.064
11	1.400	0.055
12	1.600	0.048
13	1.800	0.043
14	1.882	0.041
15	2.200	0.030
16	2.600	0.022
17	3.000	0.016
18	3.400	0.013
19	3.800	0.010
20	4.000	0.009



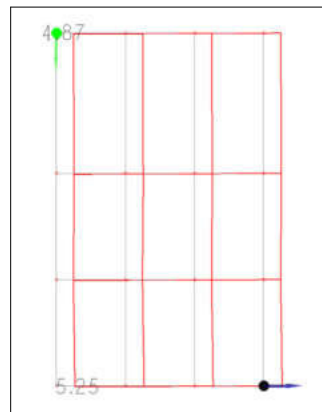
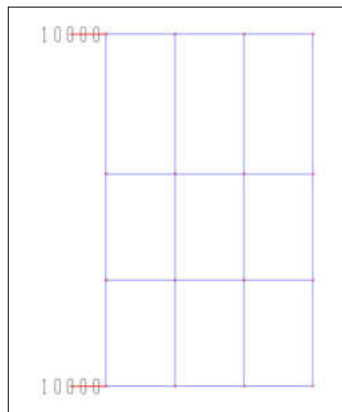
CONTROLLO DEFORMABILITÀ TORSIONALE

Per la verifica del piano copertura si è eseguito il calcolo manuale del rapporto r^2/Is^2 mediante il seguente procedimento:

per il calcolo di "r" (rapporto tra rigidezza torsionale e flessionale di piano) è stato considerato un nuovo modello agli elementi finiti (sempre utilizzando il programma "Mastersap") in cui sono stati bloccati (alla traslazione lungo X, lungo Y e le rotazioni lungo Z) tutti i nodi della struttura ad eccezione di quelli del piano in cui si vuole valutare il rapporto tra le rigidezze (nel nostro caso il piano copertura).

In questo nuovo modello sono state create solamente tre combinazioni di carico statiche:

- la prima considerando due forze di verso concorde (lungo X) applicate all'estremità dell'edificio con valore pari a $F_x = 10'000$ Kg



gli spostamenti in direzione della forza F_x dei due estremi dell'edificio sono riportati nella figura sopra e valgono:

$$u_1 = 4,89\text{cm}$$

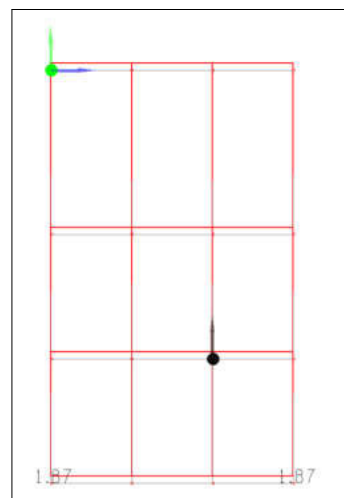
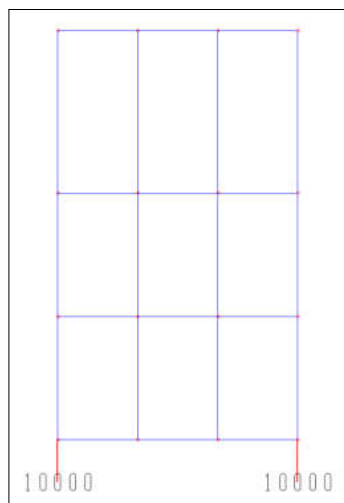
$$u_2 = 5,27\text{cm}$$

$$\text{da cui lo spostamento medio: } u_m = (u_1 + u_2) / 2 = 5,08\text{cm} = 0,0508\text{m}$$

Pertanto, la rigidezza a traslazione lungo X del piano copertura vale:

$$K_{\text{trasl X}} = 2 F_x / u_m = 2 \times 10'000 / 0,0508 = 393700,79 \text{ Kg/m}$$

- la seconda considerando due forze di verso concorde (lungo Y) applicate all'estremità dell'edificio con valore pari a $F_y = 10'000$ Kg



gli spostamenti in direzione della forza F_y dei due estremi dell'edificio sono riportati nella figura sopra e valgono:

$$v_1 = 1,87\text{cm}$$

$$v_2 = 1,87\text{cm}$$

$$\text{da cui lo spostamento medio: } v_m = (1,87+1,87)/2 = 1,87\text{cm} = 0,0187\text{m}$$

Pertanto, la rigidezza a traslazione lungo Y del piano copertura vale:

$$K_{\text{trasl } Y} = 2 F_y / v_m = 2 \times 10'000 / 0,0187 = 1069518,72 \text{ Kg/m}$$

- la terza considerando due forze di verso discorde (dirette lungo Y) sempre applicate all'estremità dell'edificio con valore pari a $F_x = \pm 10'000 \text{ Kg}$ e distanza pari a circa $d = 9,76\text{m}$, creando così un momento torcente pari a: $M_t = F_y \times d = 97'600 \text{ Kgm}$

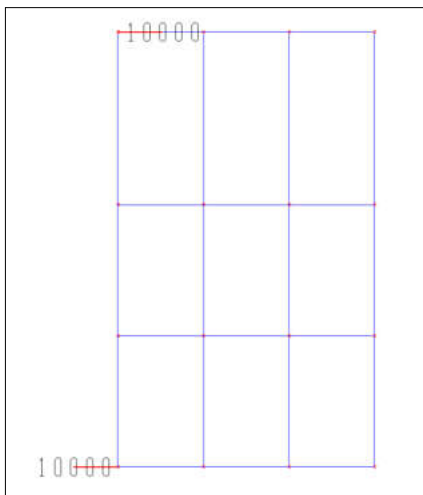
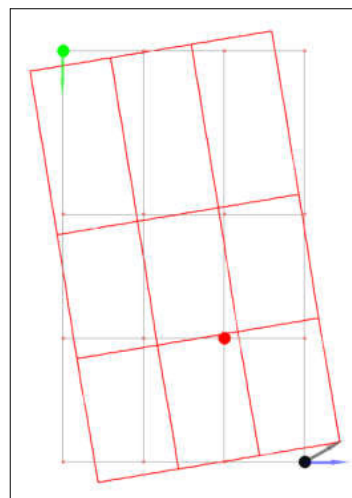


Immagine carichi sui nodi



Deformata corrispondente

La rotazione massima del piano risulta essere pari a:

$$\theta = 8,35 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Pertanto, la rigidezza torsionale del piano copertura vale:

$$K_{\text{tor}} = M_t / \theta = 11688622,75 \text{ Kg m}$$

Noti i valori delle rigidezze è possibile ricavare il valore di r_x e r_y :

$$r_x = (K_{\text{tor}} / K_{\text{trasl } x})^{0,5} = (11688622,75 / 393700,79)^{0,5} = 5,44\text{m}$$

$$r_y = (K_{\text{tor}} / K_{\text{trasl } y})^{0,5} = (11688622,75 / 1069518,72)^{0,5} = 3,31\text{m}$$

Il valore di I_s è in funzione dei lati $L (=9,76\text{m})$ e $B (=5,76\text{m})$ dell'edificio e vale:

$$I_s = [(L^2 + B^2)/12]^{0,5} = 3,27\text{m}$$

da cui:

$$r_x^2 / I_s^2 = (5,44^2 / 3,27^2) = 2,77 > 1$$

$$r_y^2 / I_s^2 = (3,31^2 / 3,27^2) = 1,02 > 1$$

Pertanto, si può affermare che:

la struttura non è deformabile torsionalmente al livello del piano copertura.

ASSOLTO AGLI OBBLIGHI NORMATIVI DI CUI AL PARAGRAFO (§7.4.3.1) DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI".

2.g) INDICAZIONE DELLE COMBINAZIONI**Normativa: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 Italia****Combinazioni per le verifiche allo stato limite ultimo**

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	DINAMICA	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve Variabile: Vento Variabile: Vento		
2	STATICA SENZA VENTO	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve		
7	STATICA + VENTO X	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve Variabile: Vento		
8	STATICA + VENTO Y	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve Variabile: Vento		

Combinazioni per le verifiche allo stato limite d'esercizio

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve		
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve		
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve		

Combinazioni per le verifiche allo stato limite di danno

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve		

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme. In particolare è stata adottata l'analisi modale e applicazione dello spettro di risposta. Gli effetti delle azioni dinamiche, ottenute come contemplato dalle norme per sovrapposizione degli effetti modali, sono state sovrapposte a quelle statiche concomitanti prevedendo tutte le possibili permutazioni di segno dei risultati dinamici.

Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) dell'azione sismica, calcolata come descritto sopra, sono combinati successivamente dal programma.

2. h) METODO DI ANALISI

METODOLOGIA DI MODELLAZIONE ED ANALISI

Il comportamento della struttura in oggetto sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

Nel caso in esame ai nodi strutturali del modello in elevazione convergono travi e pilastri, ovvero elementi "beam".

La struttura è a telai in entrambe le direzioni principali, e verrà calcolata con riferimento al D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", i criteri di progettazione adottati sono quelli riportati nelle NTC: regolarità, duttilità.

E' stata adottata un'analisi lineare e i parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano principalmente il modulo di Young e il coefficiente di Poisson.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura.

E' stata impiegata un'analisi dinamica modale in campo lineare, di un insieme di elementi finiti, con adozione di spettro di risposta conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018), utilizzando come algoritmo di calcolo il solutore, denominato LiFE.

Le combinazioni di carico statiche (in assenza di azioni sismiche) allo stato limite ultimo sono ottenute mediante combinazioni dei carichi permanenti e variabili applicati in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura.

Sono bastati i primi 9 modi di vibrare della struttura, sufficienti ad eccitare più del 85% delle masse totali e comunque con massa partecipante superiore al 5% in accordo con il paragrafo §7.3.3.1 delle NTC 2018.

Le verifiche, sulle strutture in c.c.a. di fondazione, sono state condotte allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e allo stato limite di danno (SLD) per il controllo degli spostamenti, mentre per gli elementi in acciaio sono state condotte secondo EC3, con la verifica dell'indice di resistenza I.R. e della snellezza.

MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive contenenti tutte le informazioni, di sintesi, necessarie per garantire la leggibilità, la corrente interpretazione e la riproducibilità del modello utilizzato, mentre si rimanda al tabulato di calcolo dove sono riportate tutte le informazioni che il calcolo ha prodotto:

REPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

Sezioni a profilo semplice

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
1	HEB 140	No
3	IPE 180	No
6	IPE 240	No
7	HEA 120	No
8	UNP 80	No
9	HEA 140	Si'

GRUPPI DELLA STRUTTURA

Elemento finito: TRAVE

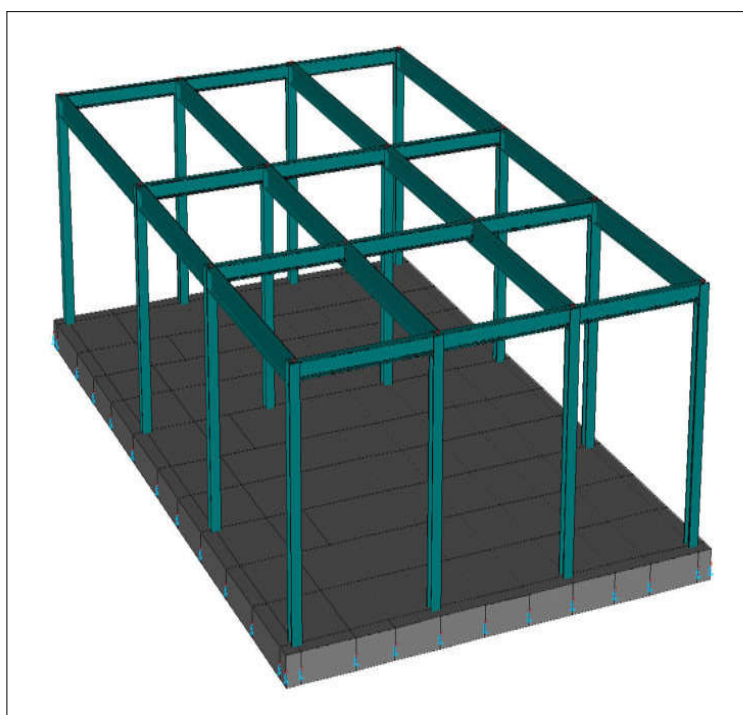
Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	MONTANTI
2	TRAVI DI COPERTURA

Elemento finito: PIASTRA

Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	PLATEA

Elemento finito: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo
1	Vincoli di platea cost. sottofondo = 2.4



LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Tipo materiale	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	Calcestruzzo	+3.21e+05	0.120	0.00250	+1.00e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00
2	Acciaio	Acciaio	+2.10e+06	0.300	0.00785	+1.20e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00
3	Acciaio no peso	Acciaio	+2.10e+06	0.300	0.00000	+1.20e-05	1.000	+1.00e+00	+1.00e+00

NODI DEL MODELLO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
1	-1.000	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
2	575.010	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3	575.010	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
4	-1.000	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
5	-1.000	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
6	575.010	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
7	575.010	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
8	-1.000	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
9	-1.000	976.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
10	575.010	976.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
11	575.010	588.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
12	-1.000	588.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
13	-1.000	294.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
14	575.010	294.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
15	575.010	0.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
16	-1.000	0.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
17	191.003	0.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
18	383.007	0.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
19	383.007	294.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
20	191.003	294.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
21	383.007	588.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
22	191.003	588.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
23	383.007	976.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
24	191.003	976.000	300.000	0.000	0	0	0	0	0	0
25	191.003	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
26	575.010	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
27	383.006	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
28	383.006	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
29	383.006	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
30	383.006	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
31	191.003	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
32	191.003	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
33	191.003	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
34	383.006	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
35	191.003	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
36	-1.000	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
37	-1.000	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
38	-1.000	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
39	383.006	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
40	191.003	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
41	191.003	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
42	383.006	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
43	575.010	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
44	575.010	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
45	-1.000	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
46	-1.000	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
47	-1.000	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
48	-1.000	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
49	191.003	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
50	191.003	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
51	191.003	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
52	191.003	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
53	383.006	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
54	383.006	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
55	383.006	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
56	383.006	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
57	575.010	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
58	575.010	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
59	575.010	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
60	575.010	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
61	73.778	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
62	127.555	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
63	255.111	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0

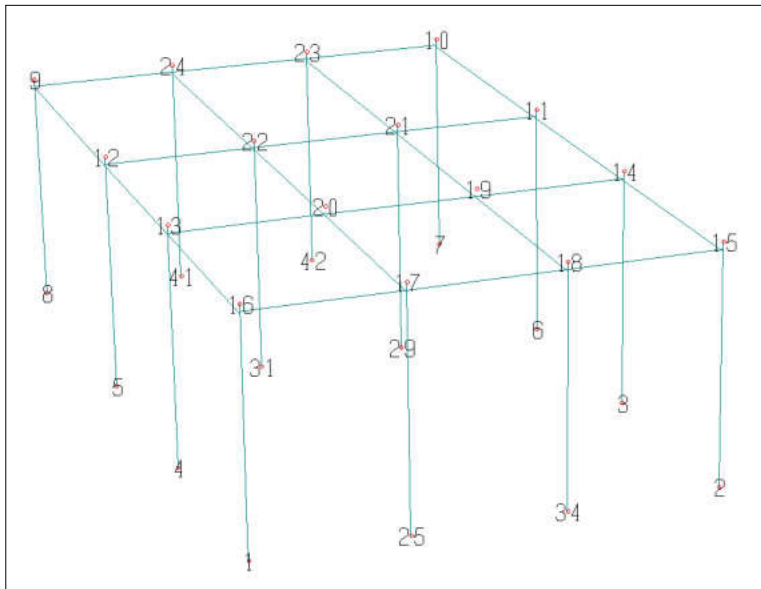
64	318.888	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
65	446.454	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
66	500.232	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
67	500.232	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
68	446.454	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
69	318.888	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
70	255.111	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
71	127.555	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
72	73.778	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
73	500.232	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
74	446.454	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
75	318.888	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
76	255.111	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
77	127.555	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
78	73.778	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
79	73.778	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
80	127.555	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
81	255.111	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
82	318.888	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
83	446.454	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
84	500.232	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
85	500.232	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
86	446.454	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
87	318.888	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
88	255.111	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
89	127.555	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
90	73.778	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
91	500.232	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
92	446.454	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
93	318.888	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
94	255.111	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
95	127.555	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
96	73.778	478.334	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
97	500.232	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
98	446.454	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
99	318.888	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
100	255.111	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
101	127.555	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
102	73.778	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
103	73.778	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
104	127.555	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
105	255.111	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
106	318.888	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
107	446.454	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
108	500.232	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
109	73.778	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
110	127.555	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
111	255.111	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
112	318.888	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
113	446.454	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
114	500.232	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
115	73.778	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
116	127.555	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
117	255.111	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
118	318.888	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
119	446.454	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
120	500.232	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
121	73.778	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
122	127.555	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
123	255.111	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
124	318.888	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
125	446.454	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
126	500.232	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
127	-21.000	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
128	-21.000	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
129	-21.000	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
130	-21.000	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
131	-21.000	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
132	-21.000	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
133	-21.000	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
134	-21.000	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
135	-21.000	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
136	-21.000	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
137	-21.000	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
138	-21.000	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
139	500.232	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0

140	446.454	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
141	318.888	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
142	255.111	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
143	127.555	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
144	73.778	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
145	383.006	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
146	191.003	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
147	-1.000	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
148	575.010	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
149	-21.000	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
150	500.232	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
151	446.454	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
152	318.888	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
153	255.111	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
154	127.555	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
155	73.778	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
156	383.006	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
157	191.003	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
158	575.010	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
159	-1.000	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
160	595.010	-20.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
161	595.010	996.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
162	595.010	478.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
163	595.010	390.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
164	595.010	195.333	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
165	595.010	97.667	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
166	595.010	693.495	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
167	595.010	781.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
168	595.010	868.500	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
169	595.010	976.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
170	595.010	588.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
171	595.010	294.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0
172	595.010	0.000	-6.000	0.000	0	0	0	0	0	0

Legenda: descrizione della simbologia adottata per i gradi di liberta'

Simbolo	Descrizione del Grado di Liberta'
0	libero
1	bloccato
MASTER	Master di una o piu' relazioni

RAPPRESENTAZIONE UNIFILARE NUMERAZIONE NODI

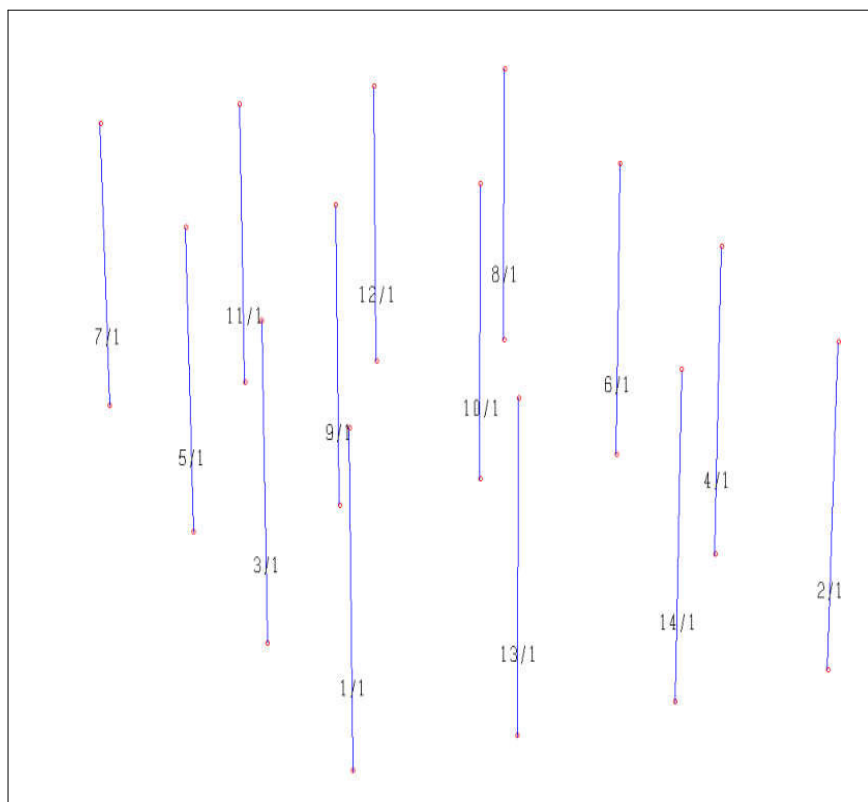


13847	144	143	145	142	141	145	140	139	14861
13848	121	122	41	123	124	42	125	126	7569
13849	115	116	35	117	118	36	119	120	2468
13850	110	113	33	111	112	28	113	114	4367
13851	103	104	32	105	106	27	107	108	4466
13852	102	101	31	100	99	29	98	97	6570
13853	96	95	52	94	93	56	92	91	6662
13854	89	88	51	88	87	55	86	85	5363
13855	76	80	40	81	82	39	83	84	3171
13856	78	77	50	76	75	54	74	73	5664
13857	72	71	40	70	69	53	68	67	5865
13858	60	62	35	63	64	34	65	66	2572
13859	155	154	157	153	152	155	151	150	1660

GRUPPI elemento finito TRAVE

Gruppo numero: 1 - Descrizione: MONTANTI

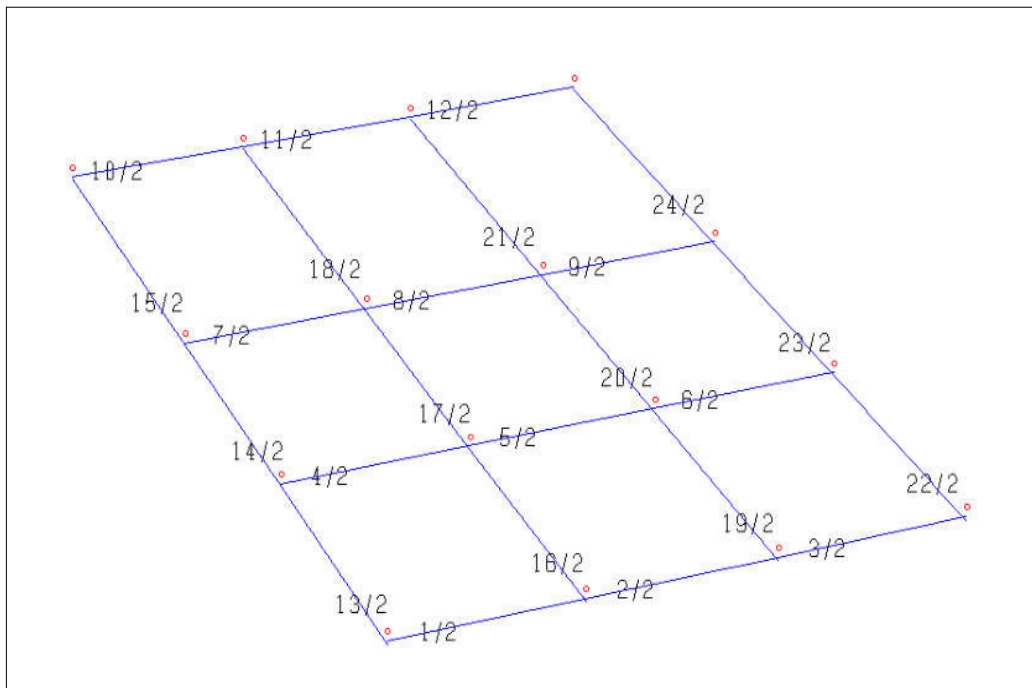
Asta	Nodi			Connessioni			
	I	J	K	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.
1	1	16	0	Rigida	Rigida	2	9
2	2	15	0	Rigida	Rigida	2	9
3	4	13	0	Rigida	Rigida	2	9
4	3	14	0	Rigida	Rigida	2	9
5	5	12	0	Rigida	Rigida	2	9
6	6	11	0	Rigida	Rigida	2	9
7	8	9	0	Rigida	Rigida	2	9
8	7	10	0	Rigida	Rigida	2	9
9	31	22	0	Rigida	Rigida	2	9
10	29	21	0	Rigida	Rigida	2	9
11	41	24	0	Rigida	Rigida	2	9
12	42	23	0	Rigida	Rigida	2	9
13	25	17	0	Rigida	Rigida	2	9
14	34	18	0	Rigida	Rigida	2	9



Gruppo numero: 2 - Descrizione: TRAVI DI COPERTURA

Asta	Nodi			Connessioni		Mat.	Sez.	Offset strutturali/Conci rigidi						
	I	J	K	Nodo I	Nodo J			dXI	dYI	dZI	dXJ	dYJ	dZJ	
1	16	17	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
2	17	18	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
3	18	15	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
4	13	20	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
5	20	19	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
6	19	14	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
7	12	22	0	Rigida	Rigida	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
8	22	21	0	Rigida	Rigida	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
9	21	11	0	Rigida	Rigida	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
10	9	24	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
11	24	23	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
12	23	10	0	(1)	(1)	2	3	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-9.0
13	16	13	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
14	13	12	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
15	12	9	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
16	17	20	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
17	20	22	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
18	22	24	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
19	18	19	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
20	19	21	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
21	21	23	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
22	15	14	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
23	14	11	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0
24	11	10	0	Rigida	Rigida	2	2	0.0	0.0	0.0	-12.0	0.0	0.0	-12.0

Nota	Descrizione
1	Fx=Rigida Fy=Rigida Fz=Rigida Mx=Rigida My=Svinc. Mz=Svinc.



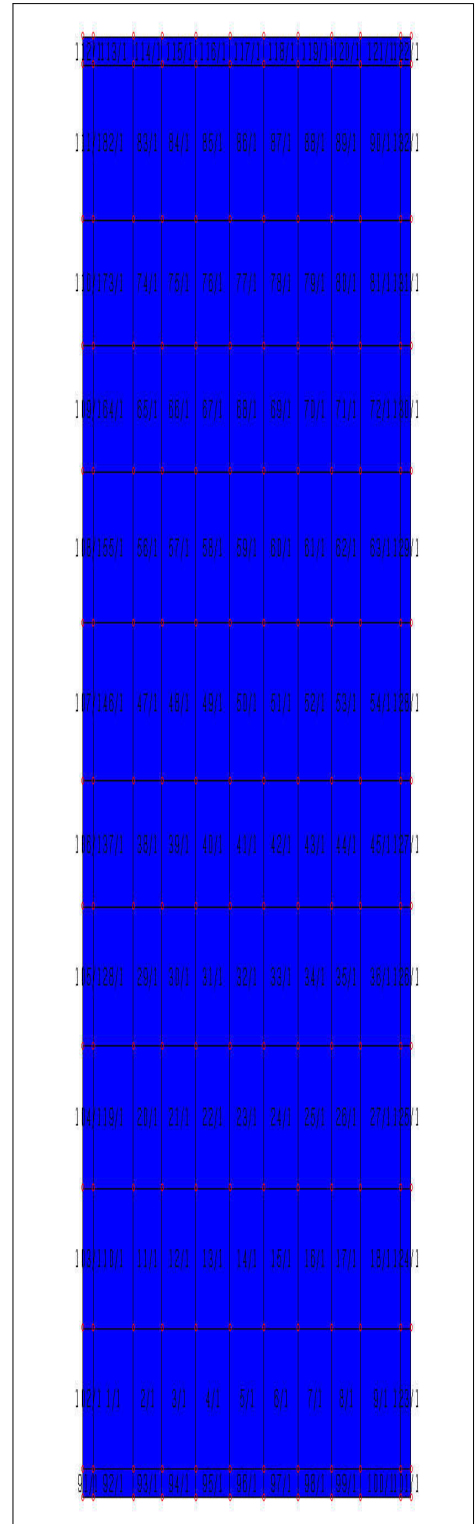
- Numerazione aste travi in copertura -

GRUPPI elemento finito PIASTRA

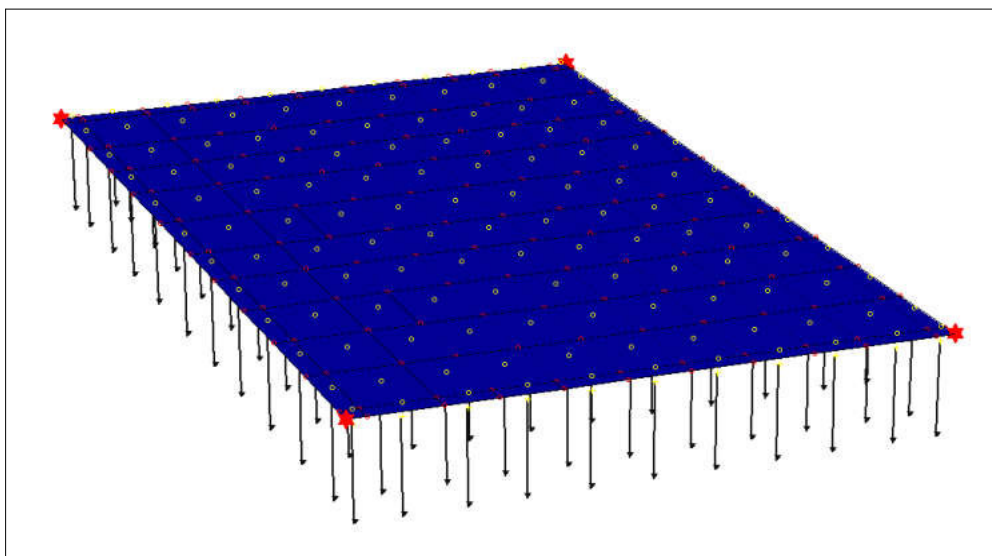
Gruppo numero: 1 Descrizione: PLATEA

Costante di winkler: +2.40e+00

Elem.	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Nodo L	Spessore	Materiale
1	61	1	48	72	35.00	1
2	62	61	72	71	35.00	1
3	25	62	71	49	35.00	1
4	63	25	49	70	35.00	1
5	64	63	70	69	35.00	1
6	34	64	69	53	35.00	1
7	65	34	53	68	35.00	1
8	66	65	68	67	35.00	1
9	2	66	67	57	35.00	1
10	72	48	47	78	35.00	1
11	71	72	78	77	35.00	1
12	49	71	77	50	35.00	1
13	70	49	50	76	35.00	1
14	69	70	76	75	35.00	1
15	53	69	75	54	35.00	1
16	68	53	54	74	35.00	1
17	67	68	74	73	35.00	1
18	57	67	73	58	35.00	1
19	78	47	4	79	35.00	1
20	77	78	79	80	35.00	1
21	50	77	80	40	35.00	1
22	76	50	40	81	35.00	1
23	75	76	81	82	35.00	1
24	54	75	82	39	35.00	1
25	74	54	39	83	35.00	1
26	73	74	83	84	35.00	1
27	58	73	84	3	35.00	1
28	79	4	46	90	35.00	1
29	80	79	90	89	35.00	1
30	40	80	89	51	35.00	1
31	81	40	51	88	35.00	1
32	82	81	88	87	35.00	1
33	39	82	87	55	35.00	1
34	83	39	55	86	35.00	1
35	84	83	86	85	35.00	1
36	3	84	85	59	35.00	1
37	90	46	45	96	35.00	1
38	89	90	96	95	35.00	1
39	51	89	95	52	35.00	1
40	88	51	52	94	35.00	1
41	87	88	94	93	35.00	1
42	55	87	93	56	35.00	1
43	86	55	56	92	35.00	1
44	85	86	92	91	35.00	1
45	59	85	91	60	35.00	1
46	96	45	5	102	35.00	1
47	95	96	102	101	35.00	1
48	52	95	101	31	35.00	1
49	94	52	31	100	35.00	1
50	93	94	100	99	35.00	1
51	56	93	99	29	35.00	1
52	92	56	29	98	35.00	1
53	91	92	98	97	35.00	1
54	60	91	97	6	35.00	1
55	102	5	38	103	35.00	1
56	101	102	103	104	35.00	1
57	31	101	104	32	35.00	1
58	100	31	32	105	35.00	1
59	99	100	105	106	35.00	1
60	29	99	106	27	35.00	1



61	98	29	27	107	35.00	1
62	97	98	107	108	35.00	1
63	6	97	108	44	35.00	1
64	103	38	37	109	35.00	1
65	104	103	109	110	35.00	1
66	32	104	110	33	35.00	1
67	105	32	33	111	35.00	1
68	106	105	111	112	35.00	1
69	27	106	112	28	35.00	1
70	107	27	28	113	35.00	1
71	108	107	113	114	35.00	1
72	44	108	114	43	35.00	1
73	109	37	36	115	35.00	1
74	110	109	115	116	35.00	1
75	33	110	116	35	35.00	1
76	111	33	35	117	35.00	1
77	112	111	117	118	35.00	1
78	28	112	118	30	35.00	1
79	113	28	30	119	35.00	1
80	114	113	119	120	35.00	1
81	43	114	120	26	35.00	1
82	115	36	8	121	35.00	1
83	116	115	121	122	35.00	1
84	35	116	122	41	35.00	1
85	117	35	41	123	35.00	1
86	118	117	123	124	35.00	1
87	30	118	124	42	35.00	1
88	119	30	42	125	35.00	1
89	120	119	125	126	35.00	1
90	26	120	126	7	35.00	1
91	159	149	137	1	35.00	1
92	155	159	1	61	35.00	1
93	154	155	61	62	35.00	1
94	157	154	62	25	35.00	1
95	153	157	25	63	35.00	1
96	152	153	63	64	35.00	1
97	156	152	64	34	35.00	1
98	151	156	34	65	35.00	1
99	150	151	65	66	35.00	1
100	158	150	66	2	35.00	1
101	160	158	2	172	35.00	1
102	1	137	127	48	35.00	1



- Orientamento elementi guscio coerente con i carichi verticali -

GRUPPI ELEMENTO finito VINCOLO

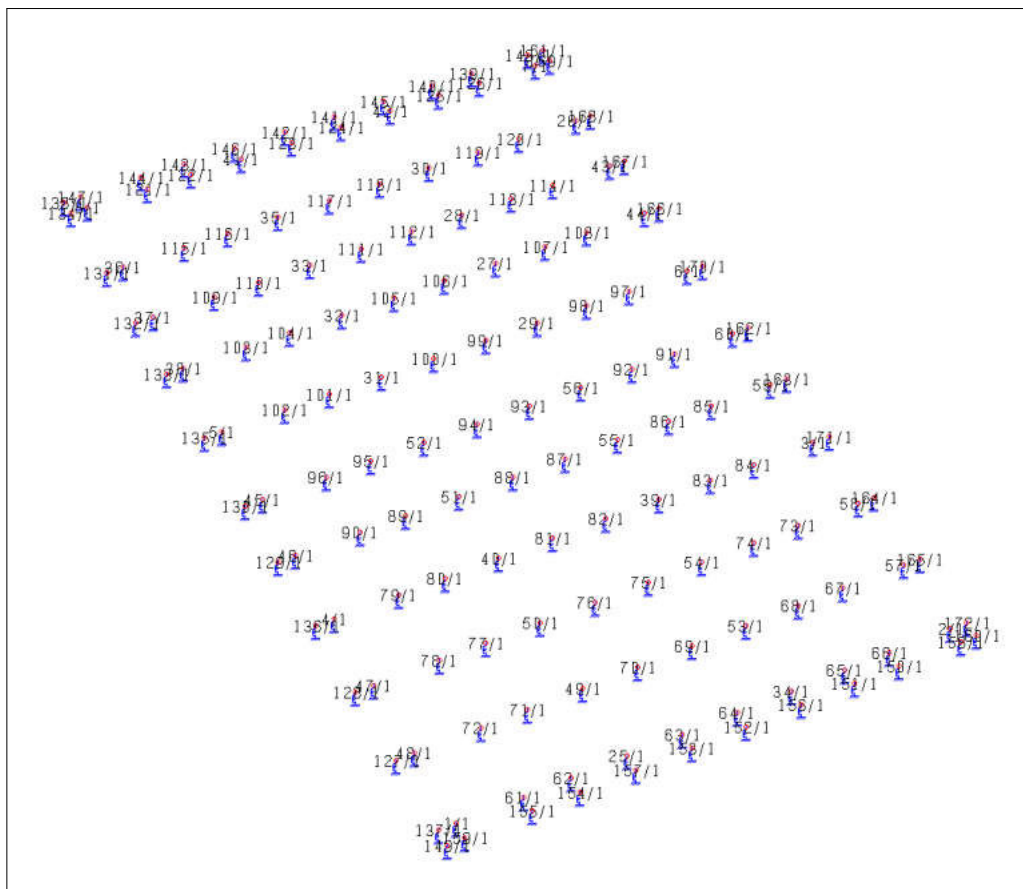
Gruppo numero: 1 - Descrizione: Vincoli di platea cost. sottofondo = 2.4

Vincoli standard

Nodo	Rigid. Trasl. X	Rigid. Rotaz. X	Rigid. Trasl. Y	Rigid. Rotaz. Y	Rigid. Trasl. Z	Rigid. Rotaz. Z
1					+6.62e+03	
2					+6.62e+03	
3					+1.10e+04	
4					+1.10e+04	
5					+1.21e+04	
6					+1.21e+04	
7					+7.17e+03	
8					+7.17e+03	
25					+9.01e+03	
26					+1.10e+04	
27					+1.48e+04	
28					+1.34e+04	
29					+1.65e+04	
30					+1.49e+04	
31					+1.65e+04	
32					+1.48e+04	
33					+1.34e+04	
34					+9.01e+03	
35					+1.49e+04	
36					+1.10e+04	
37					+9.85e+03	
38					+1.09e+04	
39					+1.49e+04	
40					+1.49e+04	
41					+9.76e+03	
42					+9.76e+03	
43					+9.85e+03	
44					+1.09e+04	
45					+1.11e+04	
46					+1.04e+04	
47					+1.10e+04	
48					+1.10e+04	
49					+1.49e+04	
50					+1.50e+04	
51					+1.41e+04	
52					+1.51e+04	
53					+1.49e+04	
54					+1.50e+04	
55					+1.41e+04	
56					+1.51e+04	
57					+1.10e+04	
58					+1.10e+04	
59					+1.04e+04	
60					+1.11e+04	
61					+9.01e+03	
62					+8.30e+03	
63					+9.01e+03	
64					+9.01e+03	
65					+8.30e+03	
66					+9.01e+03	
67					+1.49e+04	
68					+1.38e+04	
69					+1.49e+04	
70					+1.49e+04	
71					+1.38e+04	
72					+1.49e+04	
73					+1.50e+04	
74					+1.38e+04	
75					+1.50e+04	
76					+1.50e+04	
77					+1.38e+04	

78	+1.50e+04
79	+1.49e+04
80	+1.38e+04
81	+1.49e+04
82	+1.49e+04
83	+1.38e+04
84	+1.49e+04
85	+1.41e+04
86	+1.30e+04
87	+1.41e+04
88	+1.41e+04
89	+1.30e+04
90	+1.41e+04
91	+1.51e+04
92	+1.39e+04
93	+1.51e+04
94	+1.51e+04
95	+1.39e+04
96	+1.51e+04
97	+1.65e+04
98	+1.52e+04
99	+1.65e+04
100	+1.65e+04
101	+1.52e+04
102	+1.65e+04
103	+1.48e+04
104	+1.36e+04
105	+1.48e+04
106	+1.48e+04
107	+1.36e+04
108	+1.48e+04
109	+1.34e+04
110	+1.23e+04
111	+1.34e+04
112	+1.34e+04
113	+1.23e+04
114	+1.34e+04
115	+1.49e+04
116	+1.38e+04
117	+1.49e+04
118	+1.49e+04
119	+1.38e+04
120	+1.49e+04
121	+9.76e+03
122	+8.99e+03
123	+9.76e+03
124	+9.76e+03
125	+8.99e+03
126	+9.76e+03
127	+2.34e+03
128	+2.36e+03
129	+2.21e+03
130	+2.37e+03
131	+2.34e+03
132	+2.10e+03
133	+2.32e+03
134	+1.53e+03
135	+2.58e+03
136	+2.34e+03
137	+1.41e+03
138	+2.40e+02
139	+1.53e+03
140	+1.41e+03
141	+1.53e+03
142	+1.53e+03
143	+1.41e+03
144	+1.53e+03

145	+1.53e+03
146	+1.53e+03
147	+1.13e+03
148	+1.13e+03
149	+2.40e+02
150	+1.53e+03
151	+1.41e+03
152	+1.53e+03
153	+1.53e+03
154	+1.41e+03
155	+1.53e+03
156	+1.53e+03
157	+1.53e+03
158	+1.13e+03
159	+1.13e+03
160	+2.40e+02
161	+2.40e+02
162	+2.37e+03
163	+2.21e+03
164	+2.36e+03
165	+2.34e+03
166	+2.32e+03
167	+2.10e+03
168	+2.34e+03
169	+1.53e+03
170	+2.58e+03
171	+2.34e+03
172	+1.41e+03



- numerazione elementi vincoli -

CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE

Carico distribuito con riferimento globale X

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
VENTO +X	4	Condizione 3	Variabile: Vento	0.006500	0.000	0.006500	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Y

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
VENTO +Y	5	Condizione 4	Variabile: Vento	0.006500	0.000	0.006500	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve Zona I Mediterranea	3	Condizione 2	Variabile: Neve	-0.012200	0.000	-0.012200	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso copertura acciaio	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.005000	0.000	-0.005000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.005000	0.000	-0.005000	0.000	1.0000	1.0000

CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

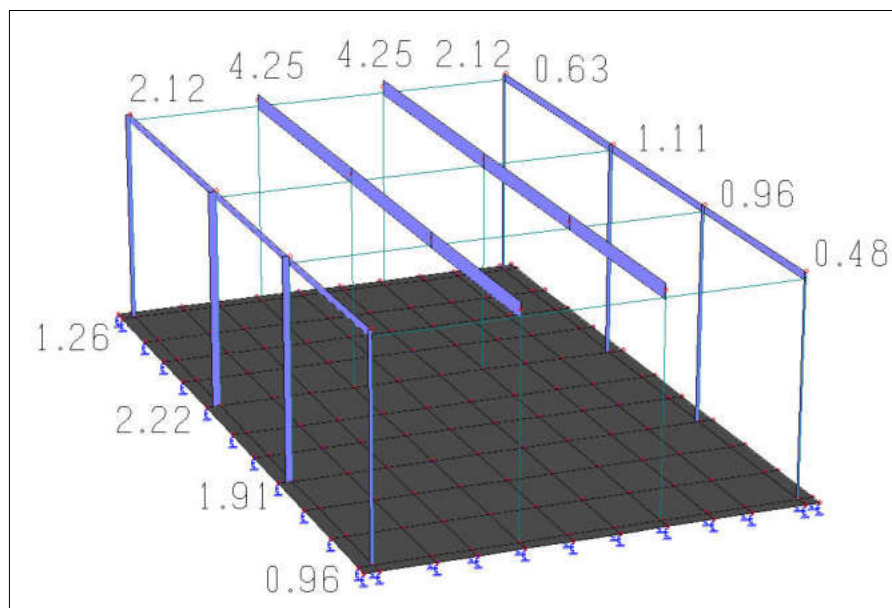
Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Categoria F - Rimesse, aree per traffico,	6	Condizione 5	Variabile: LOCALI IMPIANTI	-0.025500	0.6000	0.6000

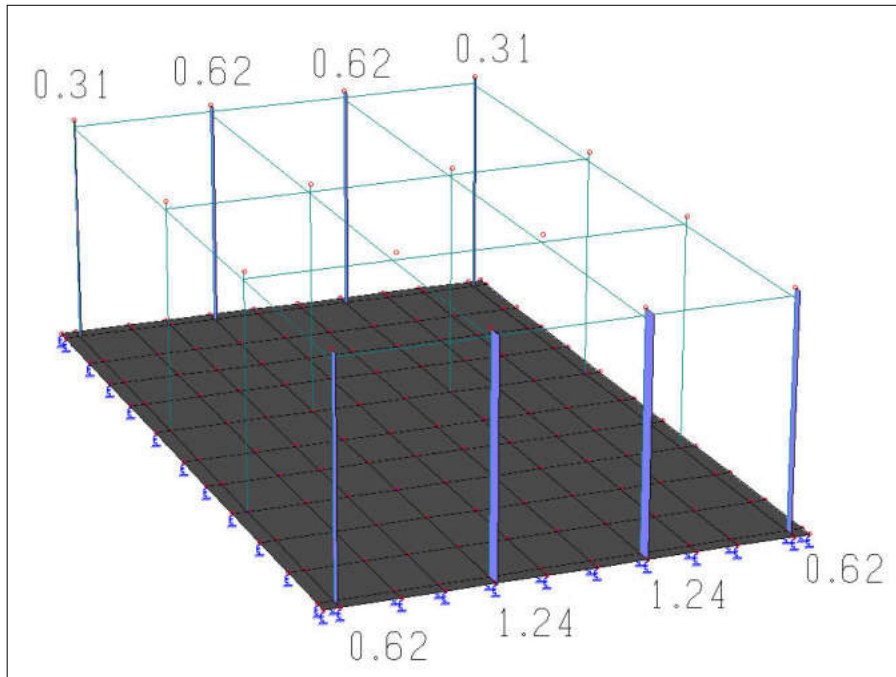
MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Di seguito si riportano le azioni applicate al modello numerico:

Elementi monodimensionali di tipo "beam"

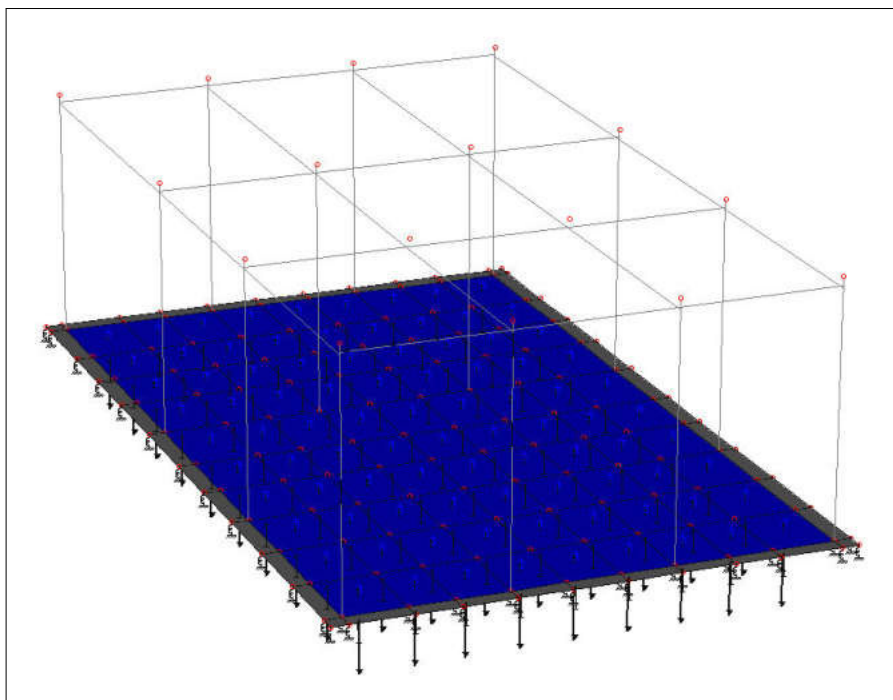


- CARICHI IN DIREZIONE LOCALE Y -



- CARICHI IN DIREZIONE LOCALE Z -

Elementi tipo "guscio"

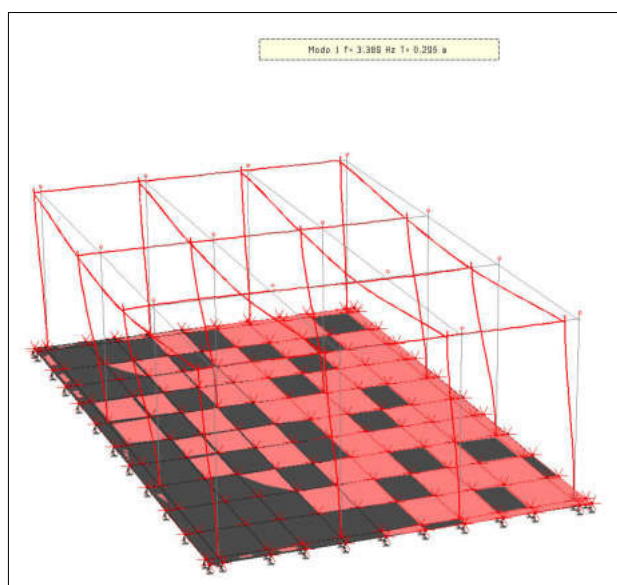
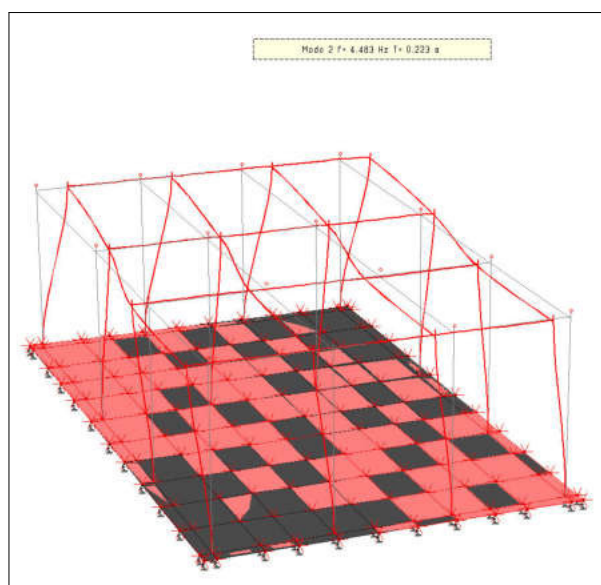
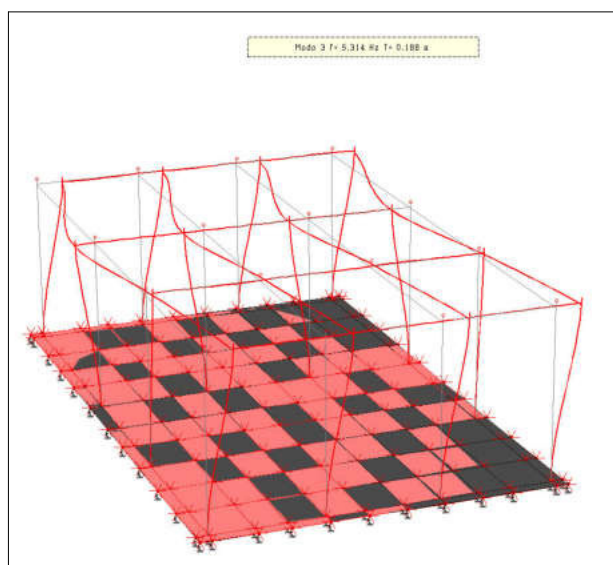


- CARICHI IN DIREZIONE LOCALE Z - CONDIZIONE 5 -

2.i) RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA MODALE**TABELLA FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

Numero	Pulsazione (Rad/sec)	Frequenza (Hz)	Periodo (sec)	Precisione
1	1.506e+01	2.398e+00	4.171e-01	0.000e+00
2	1.657e+01	2.637e+00	3.792e-01	0.000e+00
3	2.049e+01	3.261e+00	3.067e-01	0.000e+00
4	3.131e+01	4.983e+00	2.007e-01	9.108e-23
5	3.222e+01	5.128e+00	1.950e-01	8.860e-22
6	3.533e+01	5.623e+00	1.778e-01	2.076e-20
7	4.754e+01	7.565e+00	1.322e-01	5.548e-17
8	4.789e+01	7.623e+00	1.312e-01	4.564e-16
9	7.017e+01	1.117e+01	8.954e-02	3.066e-13

Si riportano di seguito le immagini relative ai primi 3 modi di vibrare:

MODI PROPRI DI VIBRAZIONE**1°MODO F= 3.389 Hz****2°MODO****3°MODO**

2.1) TABELLA MASSE ECCITATE**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

Periodo principale	T1	Massa	Massa %	Modo	Note
Direzione X	+4.17e-01	+4.88e+00	61	1	--
Direzione Y	+2.01e-01	+5.69e+00	71	4	--
Direzione Z	+8.95e-02	+1.52e+00	19	9	--
Periodo	T2	Massa	Massa %	Modo	Note
Direzione X	+3.79e-01	+2.46e+00	31	2	--
Direzione Y	+1.32e-01	+2.21e+00	28	7	--
Direzione Z	+0.00e+00	+0.00e+00	0	0	--

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE
PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

Analisi	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%
--	+7.91e+00	100	+7.90e+00	100	+1.53e+00	19

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	1.506e+01	2.398e+00	4.171e-01	0.000e+00
2	1.657e+01	2.637e+00	3.792e-01	0.000e+00
3	2.049e+01	3.261e+00	3.067e-01	0.000e+00
4	3.131e+01	4.983e+00	2.007e-01	9.108e-23
5	3.222e+01	5.128e+00	1.950e-01	8.860e-22
6	3.533e+01	5.623e+00	1.778e-01	2.076e-20
7	4.754e+01	7.565e+00	1.322e-01	5.548e-17

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-2.209e+00	1.698e-07
2	1.569e+00	6.875e-07
3	5.213e-01	-9.301e-08
4	-6.608e-06	-2.385e+00
5	-5.432e-01	3.007e-05
6	-6.262e-03	5.089e-07
7	1.847e-07	-1.485e+00

MASSA ECCITATA per quota Z maggiore di :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+4.88e+00	62	+2.88e-14	0	+4.41e-12	0	+3.53e-46	0
Progressiva	+4.88e+00	62	+2.88e-14	0	+4.41e-12	0	+0.00e+00	0
Modo: 2	+2.46e+00	31	+4.73e-13	0	+2.40e-12	0	+6.88e-47	0
Progressiva	+7.34e+00	93	+5.02e-13	0	+6.81e-12	0	+0.00e+00	0
Modo: 3	+2.72e-01	3	+8.65e-15	0	+7.85e-15	0	+5.00e-46	0
Progressiva	+7.61e+00	96	+5.10e-13	0	+6.82e-12	0	+0.00e+00	0
Modo: 4	+4.37e-11	0	+5.69e+00	72	+4.12e-03	0	+5.72e-44	0
Progressiva	+7.61e+00	96	+5.69e+00	72	+4.12e-03	0	+5.75e-44	0
Modo: 5	+2.95e-01	4	+9.04e-10	0	+3.71e-12	0	+9.38e-46	0
Progressiva	+7.91e+00	100	+5.69e+00	72	+4.12e-03	0	+5.89e-44	0
Modo: 6	+3.92e-05	0	+2.59e-13	0	+6.91e-15	0	+4.18e-43	0
Progressiva	+7.91e+00	100	+5.69e+00	72	+4.12e-03	0	+4.76e-43	0
Modo: 7	+3.41e-14	0	+2.21e+00	28	+3.92e-04	0	+2.21e-43	0
Progressiva	+7.91e+00	100	+7.89e+00	100	+4.51e-03	0	+6.98e-43	0

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+7.91e+00	+7.91e+00	+7.91e+00	+1.51e-28

Sono bastati i primi 9 modi di vibrare della struttura, sufficienti ad eccitare più del 85% delle masse totali e comunque con massa partecipante superiore al 5% in accordo con il paragrafo §7.3.3 delle NTC 2018.

Dall'analisi dei valori sopra riportati si evince che già al settimo modo di vibrare si ecciterà il 100% delle masse sia lungo X che lungo Y, questo a conferma della buona modellazione strutturale effettuata che garantisce una certa regolarità della struttura sia in pianta che in elevazione, riducendo al minimo quegli effetti torcenti, notevolmente penalizzanti, sulle pilastrate d'angolo.

Pertanto:

ASSOLTO AGLI OBBLIGHI NORMATIVI DI CUI AL PARAGRAFO (§7.3.3.1) DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI".

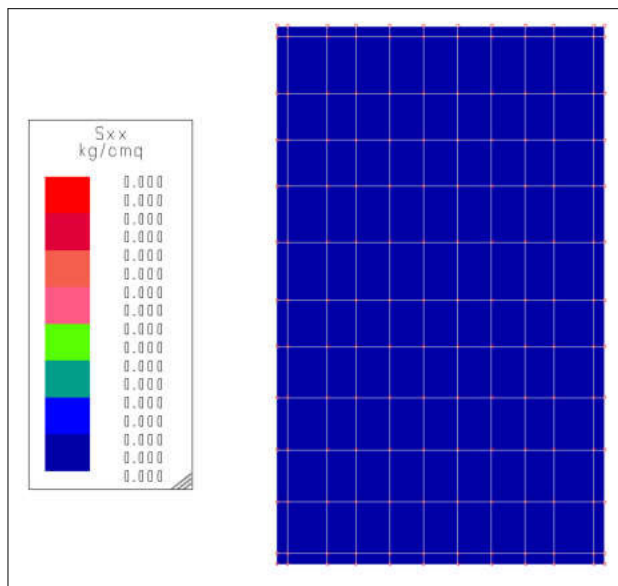
2.m) CRITERI DI VERIFICA

DIMENSIONAMENTO OPERE IN C.C.A.

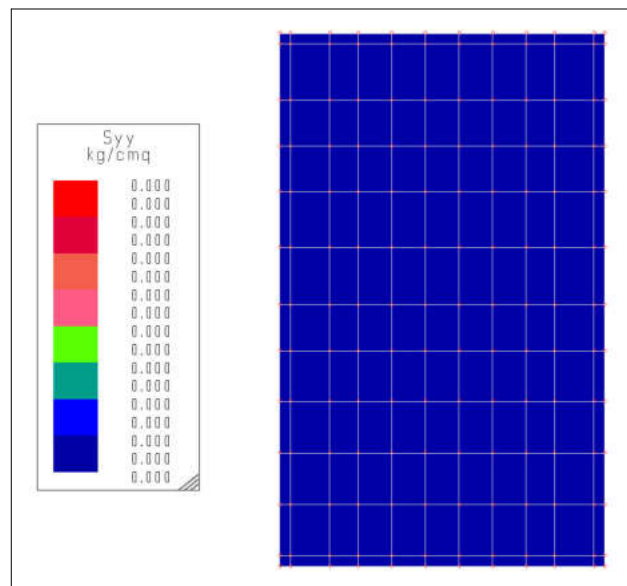
Come richiesto dalle NTC, è stato eseguito il dimensionamento delle strutture in c.c.a., in questo caso la platea di fondazione, nel rispetto delle verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio, dell'applicazione dei minimi di normativa sismici e dei controlli geometrici.

Le tabelle complete con tutte le verifiche degli elementi bidimensionali tipo "guscio" sono allegate nei "Tabulati di calcolo". Si riporta in questo paragrafo la rappresentazione grafica dello stato tensionale membranale agli SLU con valori ai nodi mediata, lungo le due direzioni principali X e Y.

CONDIZIONE SISMICA:

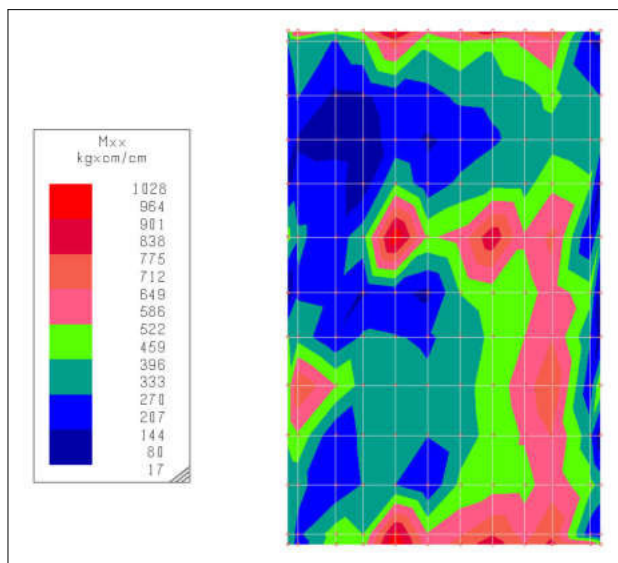


- Tensione membranale Sxx -

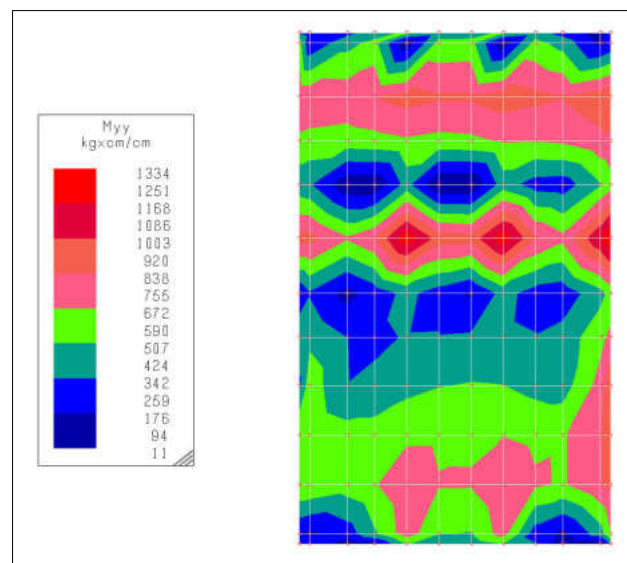


- Tensione membranale Syy -

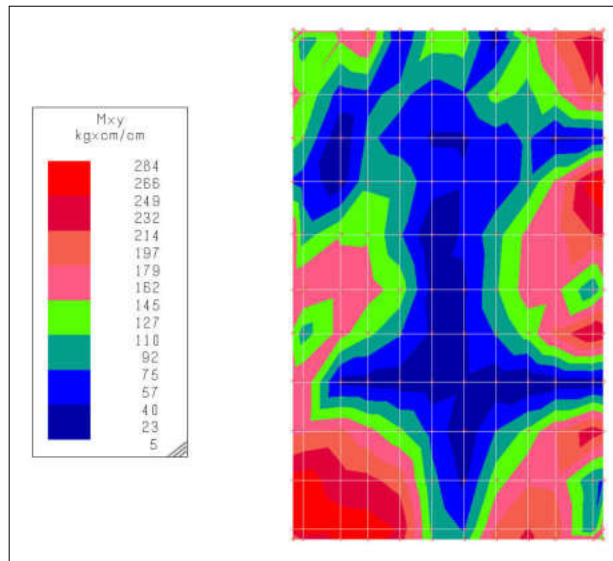
tralasciamo la tensione membranale Sxy che ha dato gli stessi risultati grafici.



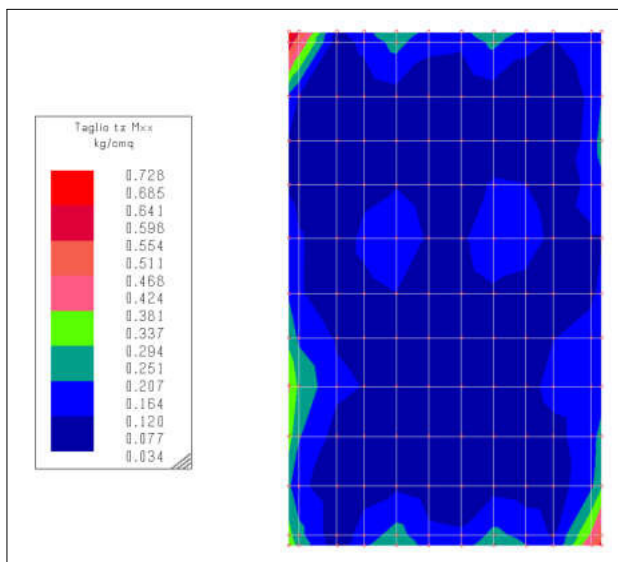
- Momento unitario lungo X Mxx -



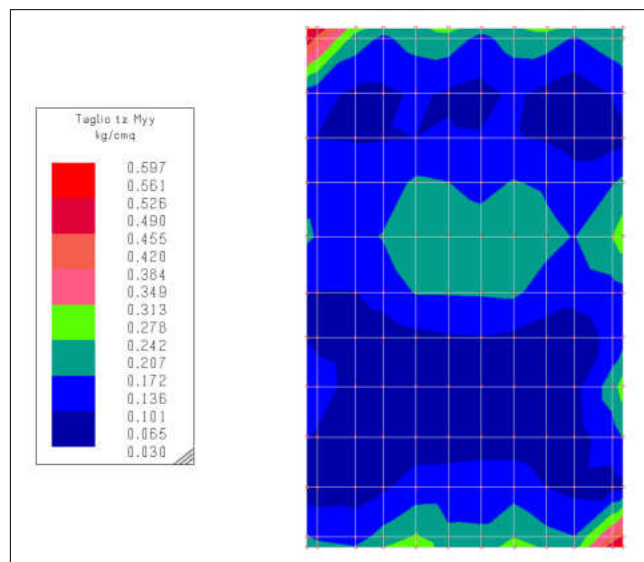
- Momento unitario lungo Y Myy -



- Momento torcente unitario Mxy -

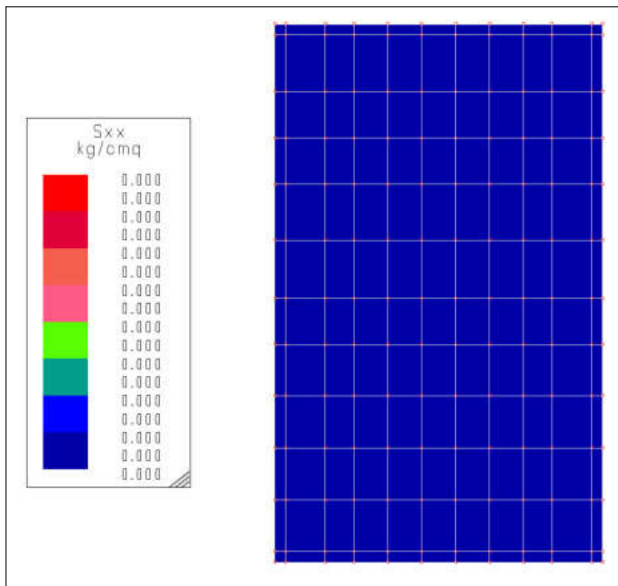


- Tensione di taglio tz (Mxx) -

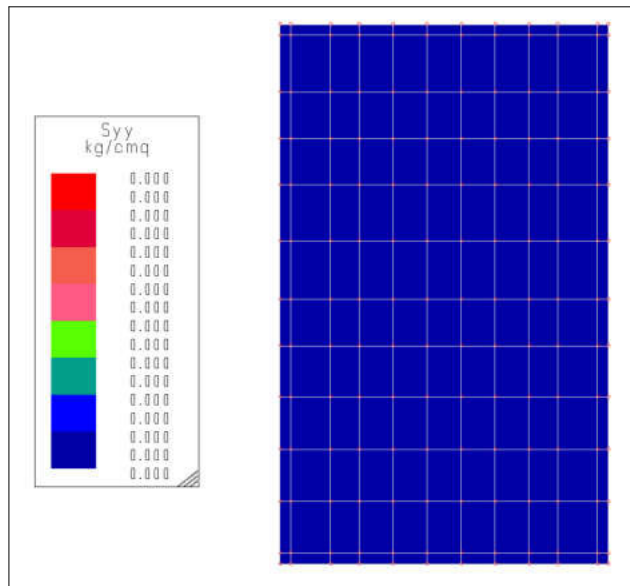


- Tensione di taglio tz (Myy) -

CONDIZIONE STATICA SENZA VENTO:

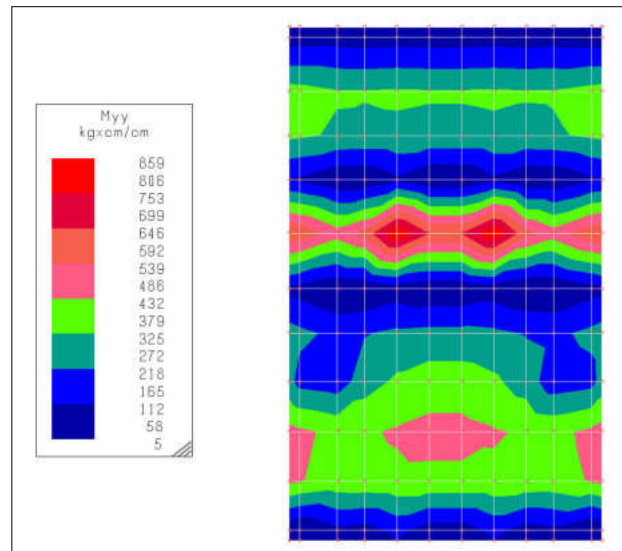
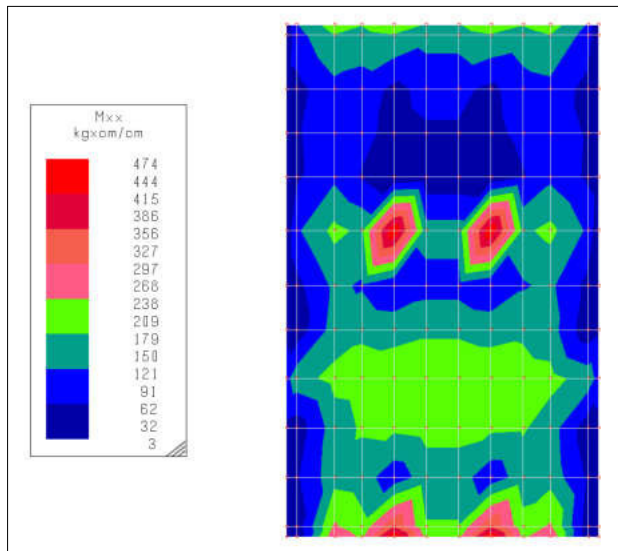


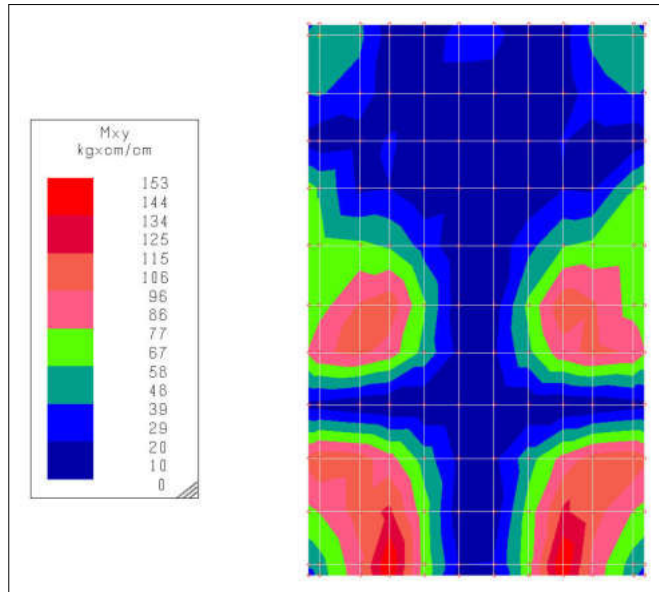
- Tensione membranale S_{xx} -



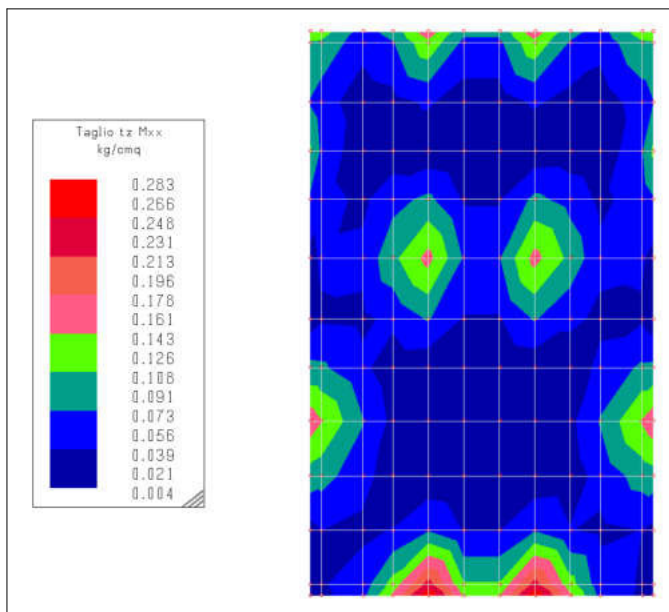
- Tensione membranale S_{yy} -

tralasciamo la tensione membranale S_{xy} che ha dato gli stessi risultati grafici.

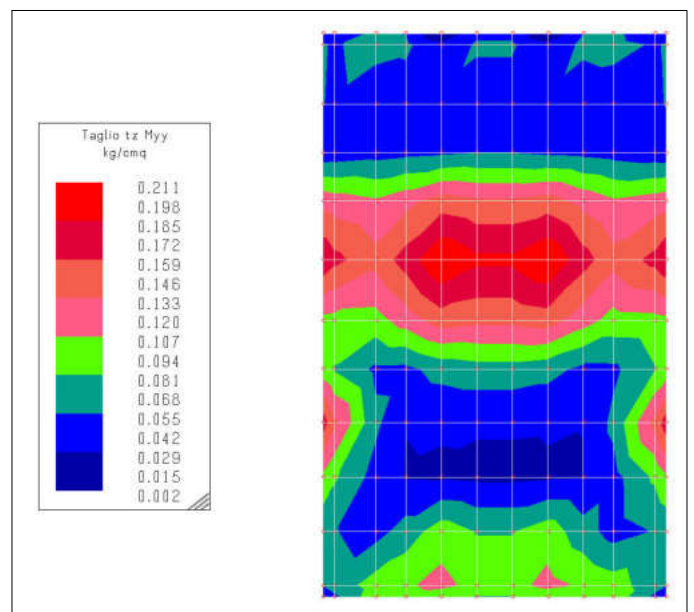




- Momento torcente unitario Mxy -



- Tensione di taglio tz (Mxx) -

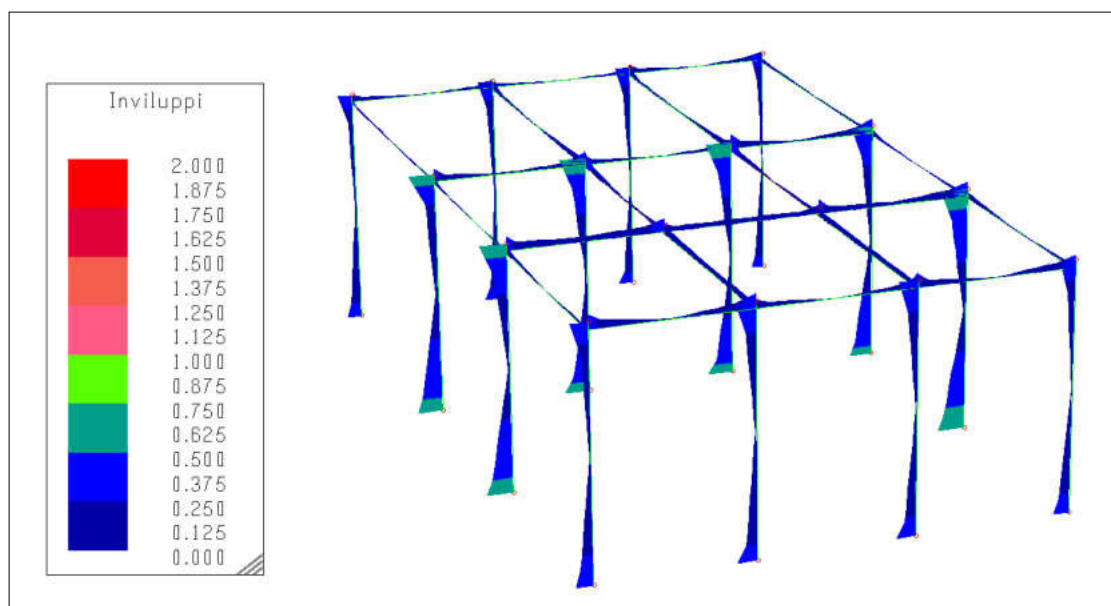


- Tensione di taglio tz (Myy) -

DIMENSIONAMENTO OPERE IN ACCIAIO

Come richiesto dalle NTC, è stato eseguito il dimensionamento delle strutture in acciaio nel rispetto delle verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio, dell'applicazione dei minimi di normativa sismici e non e dei controlli geometrici. Non è stata applicata la gerarchia delle resistenze trave-colonna in quanto si è considerata la struttura non dissipativa.

Si riportano graficamente gli involuppi degli indici di resistenza a flessione, a taglio, a torsione e di stabilità per gli elementi in acciaio. Le aste sono tutte verificate in quanto l'indice è in tutti i casi inferiore a 1.



VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

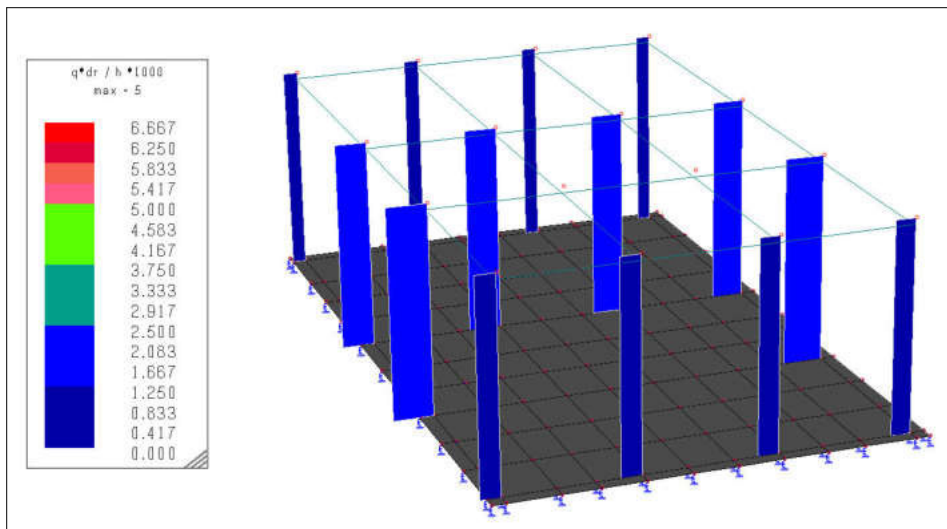
Si riportano in questo paragrafo le verifiche di rigidità (RIG) degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (§ 7.3.6.1 del D.M. 17/01/2018) e le verifiche di deformabilità.

Contenimento del danno agli elementi non strutturali

Per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa, lo spostamento di interpiano, ottenuto dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD, deve rispettare il limite: $d_r < 0.005 h$ (per tamponature fragili)

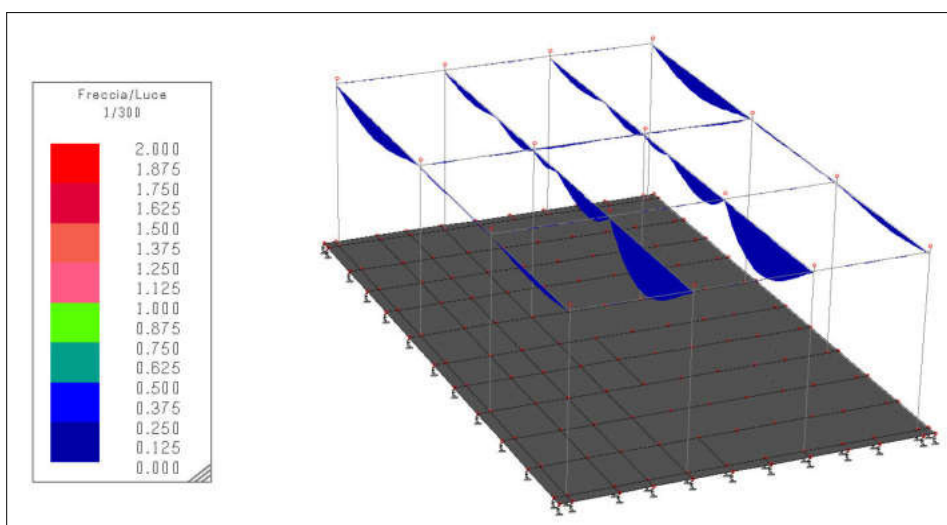
GRUPPO: 1 MONTANTI

N pil	altezza h	q*eta	q*eta/h	comb.
4	+3.060e+02	+6.954e-01	+2.273e-03	D1



ASSOLTO AD OBBLIGHI NORMATIVI DI CUI AL D.M. 14/01/2008 PUNTO § 7.3.7.2.

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ



Nella figura sono riportati, in maniera grafica, i rapporti tra frecce massime e luce delle travi che risultano tutti molto inferiori a 1/300 della luce.

ALTRI RISULTATI SIGNIFICATIVI**VERIFICA PANNELLO SANDWICH**

Per le coperture viene utilizzato un pannello sandwich tipo "MB ROOF – TD5" della ditta Marcegaglia:

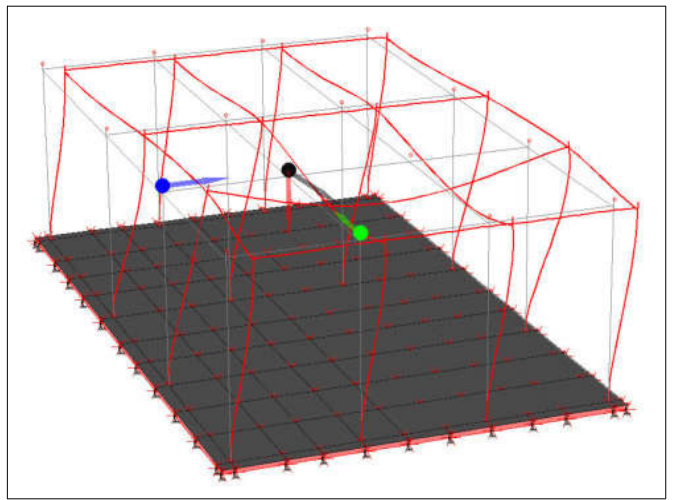
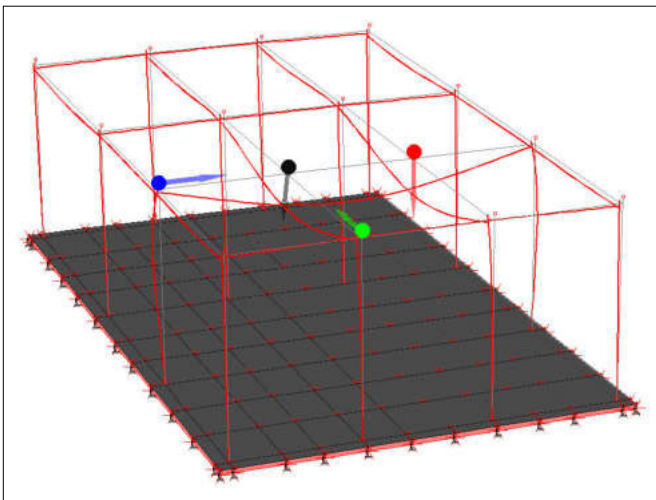
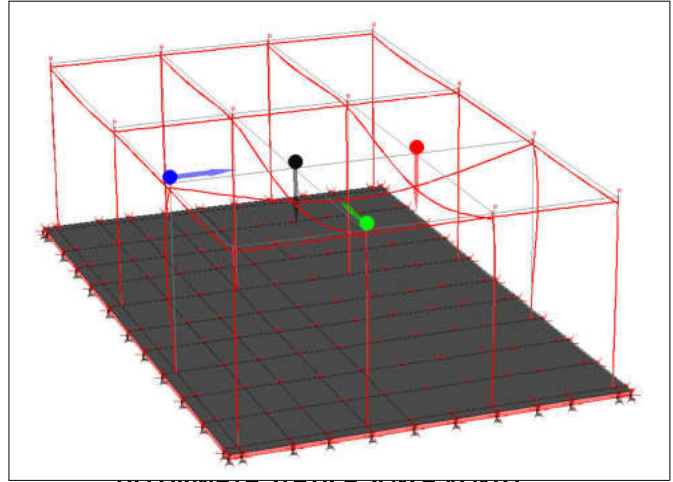
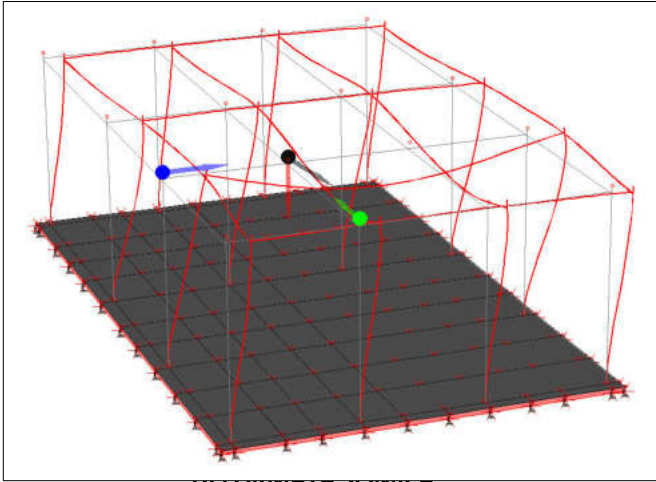
MB ROOF - TD5				ACCIAIO - STEEL																
Spessore pannello Panel thickness	Spessore supporto Support thickness	Peso Weight	U		Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)															
					▲ ▲ ▲ campata semplice - simple span							▲ ▲ ▲ ▲ campata multipla - multiple span								
mm	mm	kg/m ²	W/m ² K		2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5		
			EN 14509	EN ISO 6946	Carico massimo uniformemente distribuito in kN/m ² acciaio - Max load capacity (kN/m ²) steel															
30	0,4/0,4	8,2	0,67	0,54	1,43	0,97	0,63	0,43	-	-	-	1,48	1,06	0,77	0,52	0,36	-	-		
	0,5/0,5	10,0			2,50	1,70	1,10	0,75	-	-	-	3,29	2,35	1,70	1,15	0,80	0,55	-	-	
	0,6/0,6	11,9			2,68	1,82	1,18	0,80	-	-	-	3,48	2,51	1,82	1,23	0,86	0,59	-	-	
40	0,4/0,4	8,6	0,51	0,42	1,69	1,26	0,91	0,63	0,42	-	-	1,88	1,33	0,97	0,74	0,52	0,39	-		
	0,5/0,5	10,4			2,95	2,20	1,60	1,10	0,74	0,50	-	4,18	2,95	2,15	1,65	1,15	0,86	0,62	-	
	0,6/0,6	12,2			3,13	2,35	1,71	1,18	0,79	0,54	-	4,38	3,72	2,30	1,77	1,23	0,92	0,66	-	
50	0,4/0,4	9,0	0,41	0,35	1,97	1,51	1,14	0,80	0,54	0,40	-	2,16	1,67	1,22	0,90	0,68	0,47	0,37		
	0,5/0,5	10,8			3,45	2,65	2,00	1,40	0,95	0,70	-	4,81	3,72	2,70	2,00	1,50	1,05	0,82	-	
	0,6/0,6	12,6			3,61	2,84	2,14	1,50	1,02	0,75	0,50	-	5,00	3,88	2,98	2,14	1,61	1,12	0,88	-
60	0,4/0,4	9,4	0,34	0,30	2,33	1,66	1,34	1,06	0,74	0,55	0,40	2,61	2,02	1,45	1,12	0,89	0,70	0,49		
	0,5/0,5	11,2			4,08	2,90	2,35	1,85	1,30	0,96	0,73	0,54	-	4,48	3,23	2,48	1,98	1,55	1,08	-
	0,6/0,6	13,0			4,21	3,10	2,51	1,98	1,39	1,03	0,78	0,59	0,44	-	4,67	3,41	2,65	2,12	1,66	1,16
80	0,5/0,5	11,9	0,26	0,23	5,10	3,74	2,80	2,25	1,78	1,30	1,10	7,03	5,31	4,43	3,38	2,50	2,10	1,50		
	0,6/0,6	13,8			5,30	3,90	2,98	2,41	1,90	1,39	1,18	1,18	7,19	5,52	4,62	3,59	2,68	2,25	1,61	-
					6,20	4,48	3,30	2,72	2,20	1,70	1,40	8,06	6,31	5,06	4,00	3,42	2,85	2,05	-	-
100	0,5/0,5	12,7	0,21	0,19	6,30	4,67	3,50	2,92	2,40	1,90	1,60	8,30	6,53	5,22	4,28	3,70	3,06	2,27		
	0,6/0,6	14,5			6,51	4,98	3,61	3,03	2,51	2,01	1,71	8,34	6,59	5,34	4,28	3,70	3,13	2,33	-	-
					6,61	5,19	3,81	3,23	2,71	2,21	1,91	8,58	6,81	5,50	4,56	3,98	3,34	2,55	-	-
120	0,5/0,5	13,5	0,17	0,16	6,84	5,54	3,95	3,38	2,86	2,38	2,09	8,63	6,88	5,64	4,58	4,00	3,44	2,65		
	0,6/0,6	15,3			6,94	5,77	4,15	3,57	3,06	2,57	2,28	8,87	7,10	5,80	4,86	4,28	3,65	2,86	-	-
					6,94	5,77	4,15	3,57	3,06	2,57	2,28	8,87	7,10	5,80	4,86	4,28	3,65	2,86	-	-
150	0,5/0,5	14,6	0,14	0,13	6,94	5,77	4,15	3,57	3,06	2,57	2,28	8,87	7,10	5,80	4,86	4,28	3,65	2,86		
	0,6/0,6	16,4																		

Considerando uno spessore di 60mm ed una luce massima pari a 1,92m si ha un carico massimo uniformemente distribuito pari 261Kg/m² (con freccia < 1/200 L).

L'unico sovraccarico in copertura è il carico neve che vale 125 Kg/m² < 261 Kg/m² → Verifica soddisfatta.

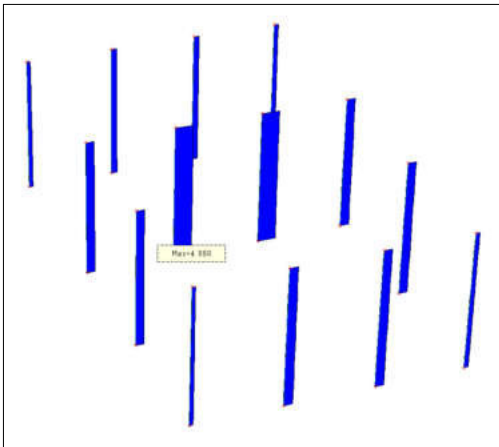
2.n) DEFORMAZIONI E SOLLECITAZIONI PIÙ SIGNIFICATIVE

CONFIGURAZIONI DEFORMATE

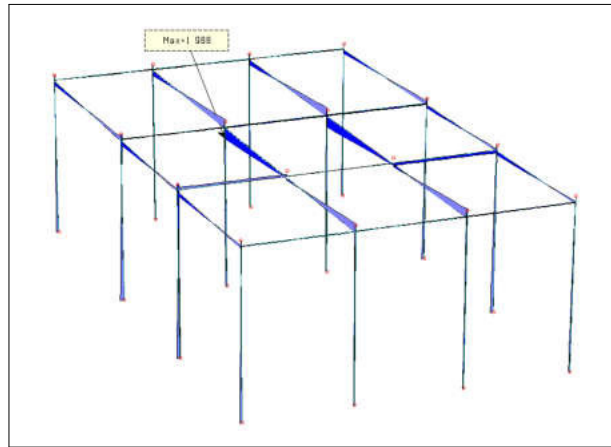


INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE

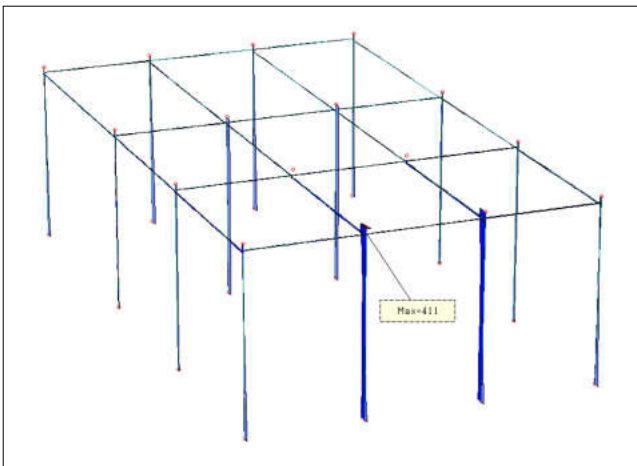
Nelle figure che seguono sono rappresentati gli involuipi dei diagrammi delle sollecitazioni di tutte le combinazioni statiche e dinamiche:



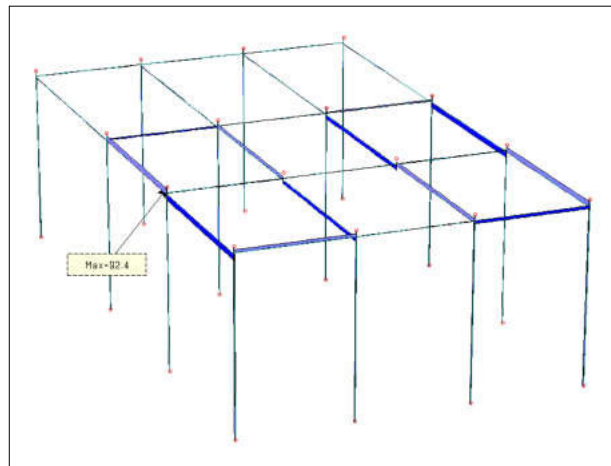
SFORZO NORMALE – Fx



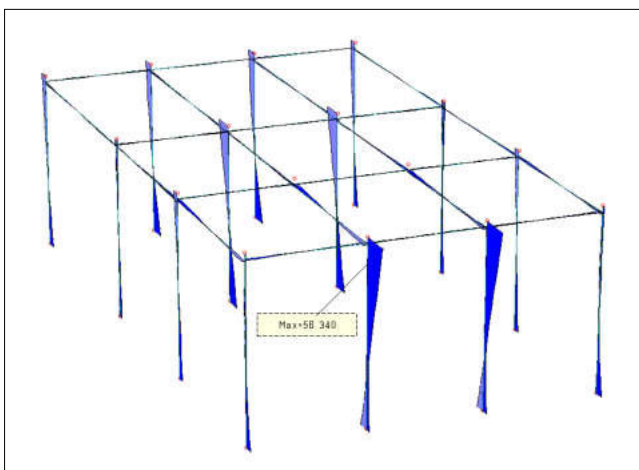
SFORZO DI TAGLIO – Fy



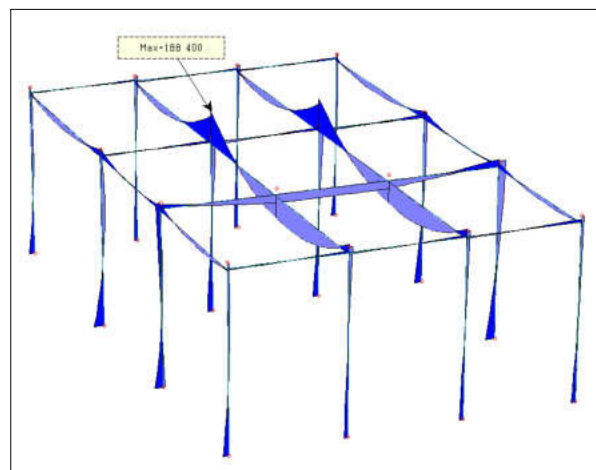
SFORZO DI TAGLIO – Fz



MOMENTO TORCENTE – Mx



MOMENTO FLETTENTE – My



MOMENTO FLETTENTE – Mz

2.o) CARATTERISTICHE ED AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO**INFORMAZIONI SUL CODICE DI CALCOLO**

E' stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

software: MASTERSAP TOP 2022

produttore: AMV srl via San Lorenzo 106 34077 Ronchi dei Legionari (Go).

Si riporta di seguito una esauriente descrizione delle basi teoriche generali e degli algoritmi impiegati:

Il programma esegue l'**analisi dinamica** di strutture generiche disposte nello spazio, considerando il comportamento elastico lineare di un insieme di elementi finiti, utilizzando come algoritmo di calcolo il nuovo solutore, denominato **LIFE**. Il programma calcola l'effetto inerziale distribuendo le masse sulle singole aste. Gli elementi finiti utilizzati per questo calcolo sono del tipo:

- 2 elementi monodimensionali: trave, vincolo generico;
- 3 elementi bidimensionali: elemento guscio/piastra;

APPENDICE 1**A. ELEMENTI**

Il programma esegue l'analisi statica e dinamica di strutture generiche disposte nello spazio, considerando il comportamento elastico lineare di un insieme di elementi finiti.

Gli elementi finiti sono del tipo:

- reticolare
- trave,
- vincolo/plinto,
- trave di fondazione,
- guscio/piastra.

Alcuni elementi sono realizzati come combinazione di più elementi singoli, ad esempio per simulare in maniera più immediata l'interazione suolo-struttura.

1. Elemento reticolare

L'elemento reticolare è soggetto a sole deformazioni estensionali e ai corrispondenti sforzi normali; possono essere applicati carichi termici, carichi ai nodi e il peso proprio.

b) Elemento trave

L'elemento trave è soggetto a tutte le possibili deformazioni nello spazio e alle corrispondenti sei sollecitazioni, determinate ai nodi di estremità. Possono essere applicati carichi, in luce in tutte le direzioni, del tipo distribuito e concentrato (forze e momenti) e carichi termici con effetto estensionale e flettente. L'elemento può essere genericamente svincolato ai nodi di estremità può essere composto con qualsiasi materiale e avere sezione generica. I nodi di estremità dell'elemento trave possono essere definiti applicando regole di connessione rigida, utili anche per modellare piani orizzontali di solaio. All'elemento trave il programma applica, se previsto, automaticamente i carichi inerziali di tipo sismico previsti dalla vigente normativa per il calcolo statico equivalente. Possono essere inoltre applicati carichi nodali. E' prevista una specifica funzione che consente di simulare l'interazione suolo-struttura per i pali di fondazione. Una volta immesso i singoli elementi, il programma assocerà automaticamente gli elementi vincolo alla traslazione orizzontale e verticale. Inoltre il programma chiede di assegnare i valori della costante laterale, della costante verticale e di quella di punta a seconda della natura del terreno (od eventuale stratigrafia).

c) Elemento vincolo/plinto

L'elemento vincolo può essere utilizzato per modellare un supporto elastico al nodo, per obbligare la struttura ad avere una deformazione assegnata, per conoscere le reazioni vincolari. Può essere applicato in tutte le direzioni e avere effetti sulle traslazioni o sulle rotazioni del nodo cui è applicato. E' agevolata l'applicazione di vincoli nelle direzioni degli assi globali X, Y, Z. Il plinto viene trattato mediante sei vincoli, tre alla traslazione e tre alla rotazione nelle direzioni globali.

d) Elemento trave di fondazione

L'elemento trave di fondazione orizzontale è ottenuto per sovrapposizione dell'elemento trave e del vincolo alla traslazione verticale. Sono bloccati i gradi di libertà alla traslazione orizzontale e alla rotazione intorno all'asse verticale. Possono essere applicati carichi in luce e carichi nodali.

h) Elemento guscio/piastra

L'elemento guscio/piastra è un elemento bidimensionale, con due dimensioni prevalenti sulla terza, destinato a rappresentare strutture soggette a carichi ortogonali al piano, termici, oltre al peso proprio e ai carichi nodali. Ha sei gradi di libertà ed è soggetto a tensioni membranali e a momenti flettenti e torcenti di piano. Nel caso di simulazione delle platee il programma impone il blocco dei gradi di libertà uX, uY e uZ per tutti i nodi del gruppo in esame, successivamente si potranno attribuire automaticamente i vincoli a terra mediante le specifiche funzioni. Il calcolo dell'intera struttura può essere eseguito agendo per sottostrutture, in alcuni casi obbligatorie, sempre consigliate. E' facilitato il calcolo di strutture piane. In particolare ai nodi perimetrali che definiscono ogni elemento finito convergono, sommandosi, le masse specifiche dell'elemento stesso e le masse aggiuntive con cui può essere caricato il nodo.

In ogni caso il programma provvede alla formazione delle matrici di rigidità e di massa. Il calcolo delle sollecitazioni determinate applicando il metodo degli elementi finiti viene ampliato da moduli aggiuntivi per il progetto e la verifica di opere in cemento armato e acciaio. Altri moduli consentono la visualizzazione e la riproduzione grafica dei dati di ingresso e dei risultati del calcolo.

B. ANALISI DINAMICA

Il programma effettua l'analisi dinamica con il metodo dello spettro di risposta. In questo paragrafo viene sinteticamente illustrata la procedura utilizzata, per altro ampiamente descritta nella letteratura specializzata e in particolare, a cui si rimanda per gli eventuali approfondimenti.

Il sistema (struttura) da analizzare può essere visto come un oscillatore a n gradi di libertà, di cui vanno innanzitutto individuati i modi propri di vibrazione. Il numero di frequenze da considerare, in base all'attuale normativa italiana, non può essere inferiore a tre per le comuni applicazioni dell'Ingegneria civile, ed è un dato di ingresso che l'utente deve assegnare a MasterSap. In generale si osservi che il numero di modi propri di vibrazione non può superare il numero di gradi di libertà del sistema.

La procedura attua l'analisi dinamica in due fasi distinte: la prima si occupa di calcolare le frequenze proprie di vibrazione, la seconda calcola spostamenti e sollecitazioni conseguenti allo spettro di risposta assegnato in input. Sotto il profilo dei tempi di elaborazione, la fase di calcolo delle frequenze è quella più onerosa: tale fase è stata mantenuta perciò distinta rispetto a quella di calcolo della risposta spettrale e va sempre lanciata per prima; sono previste due specifiche fasi di stampa per tali risultati, una che riguarda le sole frequenze proprie di oscillazione, la seconda che evidenzia anche gli autovettori. Così, una volta individuate le frequenze, se il sistema da risolvere non cambia, l'utente può successivamente procedere alla sola analisi spettrale; in questo caso il programma utilizza lo spettro di risposta assegnato in input, coerentemente con quanto previsto dalla normativa. Per le direzioni globali X e Y lo spettro è decrescente per periodi superiori a 0.8 secondi. L'eventuale spettro nella direzione globale Z è unitario. L'ampiezza degli spettri di risposta è determinato dai parametri sismici previsti dalla normativa e assegnati in input dall'utente. La procedura calcola inizialmente i coefficienti di partecipazione modale per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza. Tali coefficienti possono essere visti come il contributo dinamico che ogni modo di vibrazione ha nelle direzioni assegnate. Si potrà perciò notare in quale direzione il singolo modo di vibrazione ha effetti predominanti.

Successivamente vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione.

Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti.

E' prevista una specifica fase di stampa per tali risultati.

L'ultima elaborazione riguarda il calcolo degli effetti complessivi, ottenuti considerando tutte le direzioni dinamiche applicate. Tali risultati (inviluppo) può essere ottenuto, a discrezione dell'utente in tre modi distinti, inclusi quelli suggeriti della normativa italiana e dall'Eurocodice 8.

C. DATI DI INPUT

La struttura può essere suddivisa in sottostrutture, chiamate gruppi, la struttura è individuata da nodi riportati in coordinate. Ogni nodo possiede sei gradi di libertà, associati alle sei possibili deformazioni.

I gradi di libertà possono essere liberi (codice 0), bloccati (1) o soggetti a connessione master slave (>1 , ovvero < 0 se assegnati automaticamente da programma in corrispondenza del nodo baricentrico delle masse di piano).

I materiali sono individuati da un codice specifico e descritti dal modulo di elasticità, dal coefficiente di Poisson, dal peso specifico e dal coefficiente di dilatazione termica.

Le sezioni sono individuate in ogni caso da un codice numerico specifico e dal tipo:

- Rettangolare piena (Rp);

- Circolare piena (Cp);

descritti con i relativi parametri identificativi.

I carichi in luce sono individuati da un codice numerico, da un tipo e da una descrizione.

Sono previsti carichi distribuiti trapezoidali (f_x, f_y, f_z), forze e momenti concentrati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$), carichi termici (t_x, t_y, t_z), descritti con i relativi parametri identificativi, aliquote inerziali comprese, rispetto al riferimento locale.

I carichi in luce possono essere attribuiti solo a elementi finiti del tipo trave.

I gruppi formati da elementi del tipo trave riportano, in ordine, i numeri dei nodi iniziale (I), finale (J) e di riferimento (K), la situazione degli svincoli ai nodi I e J (0=connessione rigida, 1=svincolato), i codici dei materiali e delle sezioni, la situazione di carico nelle quattro possibili condizioni A, B, C, D.

Se nel prospetto dei carichi è presente un codice del tipo c**, esso individua il corrispondente codice di carico, se è presente un numero, esso individua il coefficiente moltiplicatore del carico corrispondente.

In caso di analisi sismica con il metodo statico equivalente viene riportato un prospetto riguardante il peso sismico del gruppo, le coordinate baricentriche relative, il coefficiente di distribuzione globale del gruppo funzione della sua quota, il coefficiente globale ricavato dal precedente in base ai parametri sismici, la forza sismica relativa. I gruppi relativi agli elementi guscio/piastra (elementi bidimensionali) riportano informazioni sui nodi (vertici) dell'elemento, sui materiali, sullo spessore, sui carichi (anche termici, temperatura ed eventualmente gradiente termico). Nel caso di vincoli agenti secondo le direzioni globali X Y Z i relativi gruppi riportano per ogni nodo, su due righe distinte (la prima per le traslazioni, la seconda per le rotazioni), le informazioni relative alle deformazioni imposte e alla relativa rigidità. Per vincoli agenti secondo qualsiasi direzione vengono riportati anche i nodi di riferimento. Per i gruppi degli elementi bidimensionali viene riportato un prospetto relativo alle aliquote dichiarate del peso proprio (nelle tre direzioni globali X Y Z), del carico termico per ciascuna condizione di carico e degli eventuali altri carichi abilitabili. Per i gruppi di vincoli viene riportato un prospetto riguardante i coefficienti moltiplicatori delle deformazioni imposte per ogni condizione di carico. Per le combinazioni di carico viene riportato un prospetto delle aliquote di ciascuna condizione di carico A, B, C, D, la direzione eventuale del sisma agente, nonché l'entità dei carichi o delle masse dinamiche nodali assegnati.

D. RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

Per l'analisi dinamica vengono riportate le frequenze proprie di vibrazione, gli autovettori, i coefficienti di partecipazione modale.

Per ogni nodo non bloccato, per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza propria di vibrazione, vengono riportate le deformazioni.

Viene inoltre evidenziata la radice quadrata della somma dei quadrati delle deformazioni nodali per ogni direzione del sisma.

Per ogni gruppo di aste reticolari, per ogni gruppo di travi e di vincoli vengono riportate le sollecitazioni, con il massimo valore e il modo di vibrazione a cui si verificano, nonché, la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti modali.

Per ogni gruppo di travi di fondazione vengono riportate le sollecitazioni, le deformazioni e la pressione sul suolo ottenute, come al solito, sovrapponendo i singoli effetti modali mediante media quadratica. Per ogni gruppo di elementi in stato piano di tensione, deformazione e assialsimmetrico vengono riportate le tensioni membranali, con il massimo valore e il modo di vibrazione in cui si verificano, nonché, la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti modali. Per ogni gruppo guscio/piastra vengono aggiunti anche i momenti flettenti e torcenti. Un prospetto di stampa apposito riepiloga gli involuppi delle deformazioni e delle sollecitazioni. Tali involuppi sono riportati per tutti i nodi non bloccati e per i gruppi di elementi finiti, come di consueto, e rispettano le modalità di sovrapposizione indicate in testa al tabulato fra i parametri sismici. Il postprocessore per la verifica delle sezioni in c.a. riporta per ogni trave (o trave di fondazione) un prospetto relativo al numero di combinazione di carico, all'ascissa in esame, alle sollecitazioni agenti. Le combinazioni ottenute per sovrapposizione degli effetti statici e dinamici (massimo otto) sono indicate con le lettere da A a H. Per sezioni rettangolari, circolari, a T e L (diritta e rovescia) viene anche indicata l'armatura necessaria sul perimetro della sezione, nonché, le tensioni agenti nei materiali, nel caso di verifica alle t.a., mentre per la verifica allo s.l.u. sono indicati gli indici di resistenza a rottura. Per ogni ascissa una riga riassuntiva esprime l'armatura necessaria e sufficiente a coprire tutte le combinazioni di carico. Nel caso di verifica allo s.l. è anche disponibile la verifica di esercizio, con determinazione dello stato tensionale, deformativo e di fessurazione. Il postprocessore per la verifica di strutture metalliche del tipo trave riporta le stesse sollecitazioni del modulo per il c.a. Viene effettuata la verifica di resistenza per tutti i tipi di sezione prevista e riportate, separatamente, le tensioni dovute allo

sforzo normale, agli effetti flettenti, torcenti e taglianti, nonché, la tensione ideale e il controllo di verifica. Viene anche effettuata la verifica di stabilità per aste pressoinflesse. Analogamente per aste reticolari viene effettuata la verifica di resistenza e stabilità (con il metodo omega). Vengono analizzate aste semplici e composte, viene riportata la snellezza massima, il relativo omega e il controllo di verifica. Il postprocessore per la verifica di elementi bidimensionali riporta le sollecitazioni agenti e l'armatura necessaria a sostenerle, disposta secondo le direzioni di riferimento; i risultati ricalcano l'impostazione degli elementi monodimensionali.

ATTESTATO DI AFFIDABILITÀ (ai sensi del § 10 del D.M. 17.01.2018)

Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti).

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

È importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. È possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.
Amministratore Unico
Ing. Luciano Miglionini



2.p) STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE

La fondazione del fabbricato è costituita da una platea dello spessore di 35cm, armata con doppia rete elettrosaldata tipo 1020 ($\phi 10/20 \times 20$), che collega i pilastri metallici in entrambi le direzioni longitudinale e trasversale.

Le fasi dell'intervento sono le seguenti:

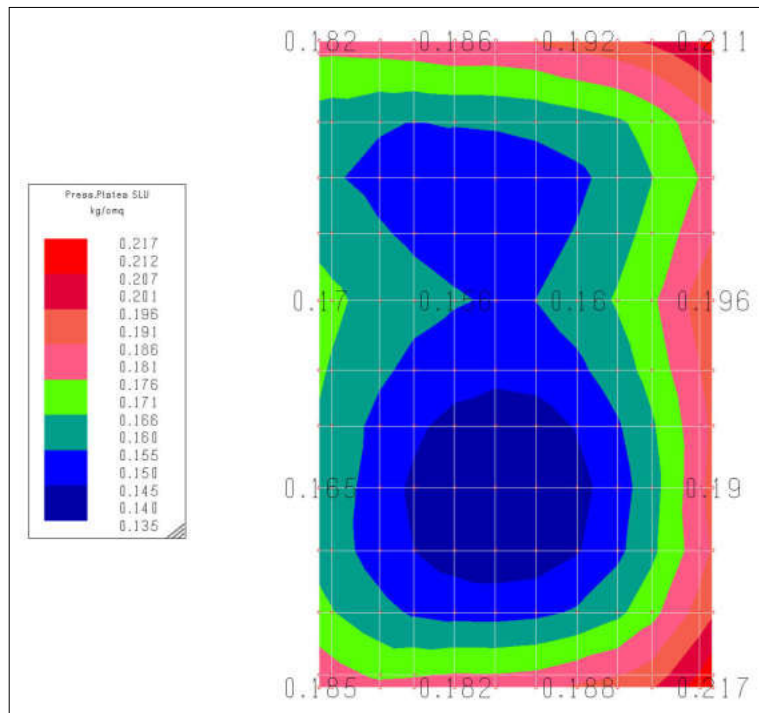
- Realizzazione di uno scavo di sbancamento;
- Realizzazione di un piano di posa con un getto di magro - min 5cm - necessario per il successivo getto della platea;
- realizzazione di un massetto e di una pavimentazione in ceramica, dello spessore complessivo di 6cm;
- Successiva esecuzione delle opere in elevazione in carpenteria metallica;

RESISTENZA DEL SISTEMA FONDAZIONE-TERRENO (§ 7.11.5.3)

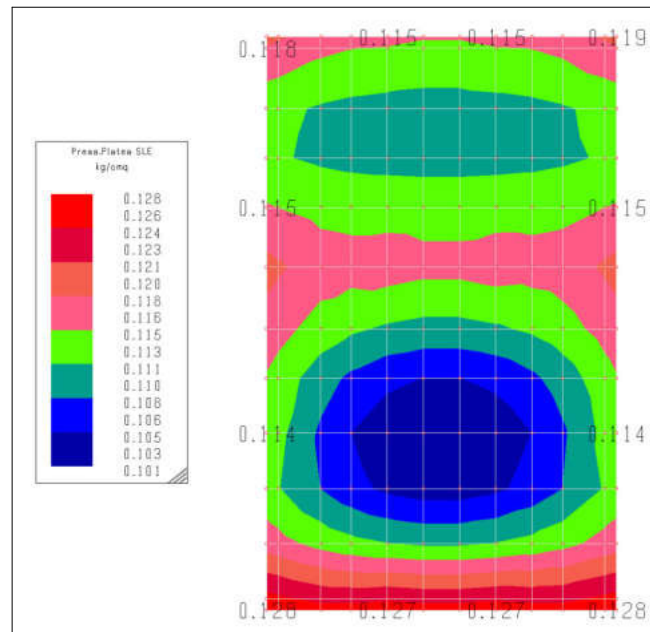
Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, ed al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

E' stato eseguito un controllo delle pressioni sul terreno e degli spostamenti per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione. (§ 6.4.2.2)

Pressione sul terreno della platea



Rappresentazione delle pressioni trasmesse sul suolo agli SLU (in kg/cm²)



Rappresentazione delle pressioni trasmesse sul suolo agli SLE (in kg/cm²)

I valori riportati graficamente rappresentano l'involuppo delle pressioni per tutte le combinazioni di carico, statica e sismiche (SLU). Nelle verifiche del complesso fondazione-terreno, è stato seguito l'approccio 2 (§2.6 - Tabella 2.6.I e §6.4) utilizzando quindi le stesse combinazioni di carico già utilizzate per il dimensionamento della struttura in elevazione.

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{01}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{02}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{03}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella coefficienti parziali per le azioni

L'approccio 2 (A1+M1+R3) fornisce la metodologia di calcolo nella quale si considerano i carichi permanenti e variabili incrementati dell'accelerazione sismica e non si applicano fattori di sicurezza ai parametri geotecnici.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_{M1}	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \psi'_k$	$\gamma_{\psi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{dk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella coefficienti parziali per i parametri geotecnici

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

Tabella dei coefficienti parziali γ_R

Si riportano di seguito le risultanze di calcolo del carico ultimo estrapolate dalla relazione geologica a firma del Dott. geol. Aride Bucci e riportate anche nella relazione geotecnica, in cui si è determinato la pressione limite del terreno. Considerando come fondazione la platea superficiale si ha:

$q_{ult} = 1,952 \text{ kg/cm}^2$ (dalla relazione geologica)

Pertanto:

1. **verifica SLU** (per combinazioni statiche e sismiche - § 6.4.2.1):

pressione di calcolo = $q_{ult} / \gamma_R = 1,952 \text{ kg/cm}^2 / 2,3 = 0,85 \text{ kg/cm}^2$ (γ_R (R3) = 2.3)

La verifica è soddisfatta in quanto $0,217 < 0,85 \text{ kg/cm}^2$

2. **verifica SLE** (combinazioni statiche SLE - § 6.4.2.2):

pressione massima = 0.128 kg/cm^2

pressione limite (per limitare i cedimenti) = 0.37 kg/cm^2 (dalla relazione geologica)

La verifica è soddisfatta $0,128 < 0,37 \text{ kg/cm}^2$

Dall'immagine delle pressioni allo stato limite SLE si rileva che le tensioni massime sul terreno, nelle varie combinazioni di carico (rara, frequente e quasi permanente), sono di poco superiori a 0.128 kg/cm^2 , e comunque la tensione media sarà sicuramente inferiore a tale valore. Pertanto, si può affermare che i cedimenti attesi per la nuova fondazione a platea saranno dell'ordine di qualche centimetro e quindi ampiamente accettabili, tenendo presente che si interverrà con la "stabilizzazione a calce" del terreno di riporto di circa 100cm di spessore, tale da colmare il dislivello esistente fra il terreno agricolo e la quota del futuro accesso ai servizi. La stabilizzazione serve per migliorare le proprietà meccaniche dello strato di terreno con l'avvio di reazioni di indurimento della calce che portano nel tempo ad un considerevole aumento della resistenza meccanica del materiale e quindi della diminuzione dei cedimenti attesi.

Classificazione Generale	Terre ghiaio - sabbiose						Terre limo - argillose					
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%			Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%			Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%			Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%		
	A1	A3	A2	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
Analisi granulometrica												
Frazione passante al setaccio												
2 UNI 2332%	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80
0,4 UNI 2332%	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30
0,075 UNI 2332%	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	0	0	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40
Indice di plasticità	≤8	N.P.	≤10	>10	≤10	>10	≤10	>10	≤10	>10	≤10	>10
Indice di gruppo	0	0	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Tipi usuali di materiali caratteristici costituenti il gruppo:	Ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pietrolane	Sabbia fine	Ghiaia e sabbia grossa, sabbia argillosa					Limite forte compressibile	Limite forte compressibile	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med.	Argille fort. compressibili plastiche

Vantaggi tecnici:

- Portanza ottenibile nettamente superiore al tradizionale 50-100%
- Vita utile del pacchetto più alta 100-200%
- Elevate produzioni (3000-5000mq/giorno)

2.q) VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Di seguito si riportano le immagini delle verifiche degli elementi strutturali che compongono la struttura: il colore verde identifica l'esito positivo delle verifiche.

Si rimanda all'allegato 2A-2 "tabulati di calcolo_servizi CT" per una lettura più approfondita dei singoli risultati in termini di sollecitazioni e di tensioni.

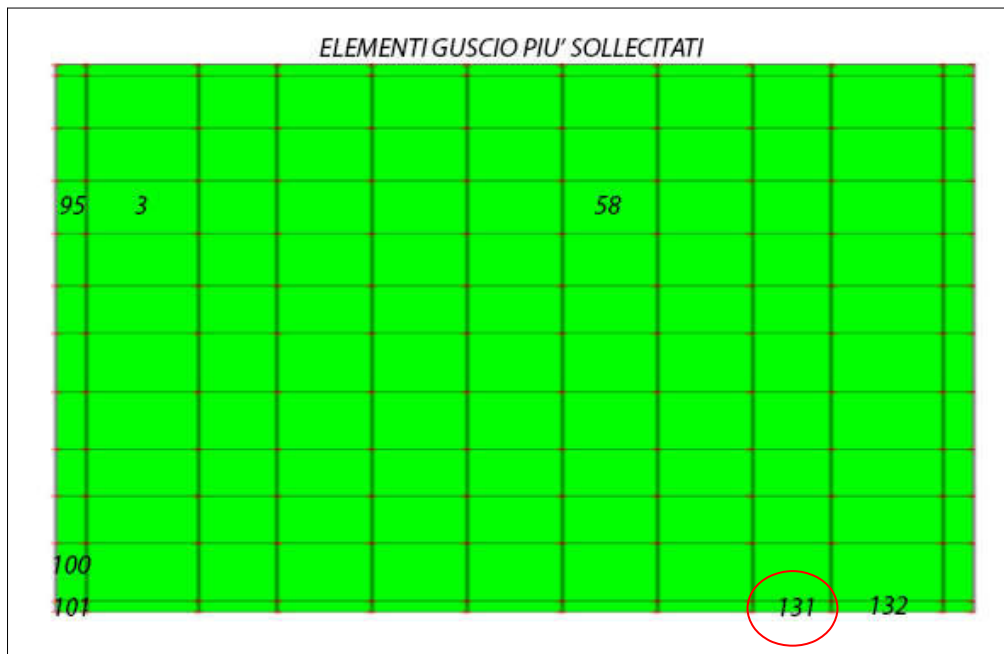
Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano solo gli elementi più significati in termini di sollecitazioni e di tensioni.

ELEMENTI IN C.C.A.

PLATEA DI FONDAZIONE ALLO SLU

MASSIME TENSIONI/MOMENTI /ELEMENTI E COMB.CARICO CORRISPONDENTI

	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy	Sig.id.sup	Sig.id.inf.
Max. neg.	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	-3.33e+02	-5.18e+02	-1.59e+02	+0.00e+00	+0.00e+00
Elem/c.c.	0/ 0	0/ 0	0/ 0	100/ 1	131/ 1	3/ 6	0/ 0	0/ 0
Max. pos.	+0.00e+00	+0.00e+00	+0.00e+00	+2.36e+02	+3.78e+02	+1.44e+02	+2.47e+00	+2.47e+00
Elem/c.c.	0/ 0	0/ 0	0/ 0	95/ 6	58/ 1	132/ 1	131/ 1	131/ 1



CALCOLO ARMATURA ELEMENTI GUSCIO

Elem.: **PLATEA di fond.** Gruppo: **1** Tabella: **Tabella gusci**
 Descrizione: **PLATEA**
 Rck: **300.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Copriferro sup.: **3.0** cm Copriferro inf.: **3.0** cm
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.2.5,7.4.1 NTC2018)
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**
 dxx base sup.: **10** mm dxx base inf.: **10** mm pxx: **20** cm dxx agg.: **18** mm pxx agg.: **20** cm
 dyy base sup.: **10** mm dyy base inf.: **10** mm pyy: **20** cm dyy agg.: **18** mm pyy agg.: **20** cm
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**
 Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

ELEMENTO PIÙ SOLLECITATO ELEMENTO N°131/1

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz (Mxx)	Vz (Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m		cmq /20 cm		cmq /20 cm		N, M	txy	Vz/Vrdl
Spess.=	35.0 cm	Axxinf= --	Axxsup= --	Ayyinf= --	Ayyup= --						(e arm. base nelle due direz.)		
131 2	0	5	0	72	394	10	0.79	0.79	0.79	0.79	0.07	0.00	0.03
131 7	0	12	0	91	912	26	0.79	0.79	0.79	0.79	0.09	0.00	0.07
131 8	0	5	0	89	390	42	0.79	0.79	0.79	0.79	0.09	0.00	0.03

è sufficiente posare una doppia rete elettrosaldata 10/20x20.

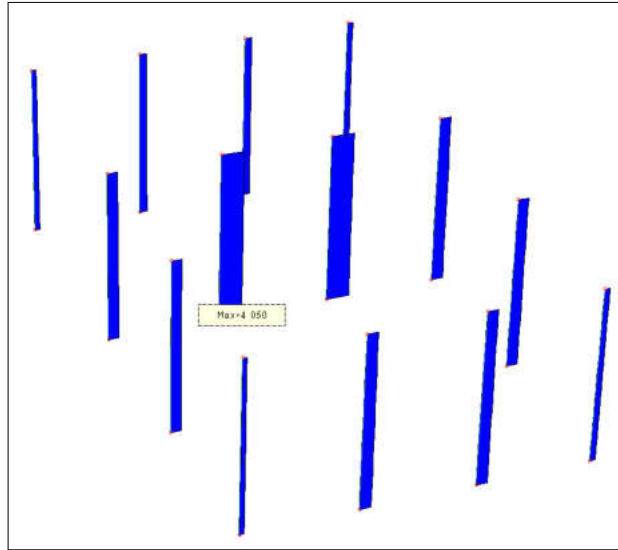
VERIFICHE EC3 – ELEMENTI IN ACCIAIO

MONTANTI

ASTA N° 9/1

El: 9 - C.c: 1	3.630e+03	-3.532e+03	1.939e+02	-1.939e+02	2.539e+02	-2.539e+02	-8.740e+00	8.740e+00	-3.366e+04	-4.404e+04	3.029e+04	2.903e+04
El: 9 - C.c: 2	3.693e+03	-3.595e+03	-1.162e+00	1.162e+00	1.281e+02	-1.281e+02	-5.194e-01	5.194e-01	-1.395e+04	-2.524e+04	-1.085e+02	-2.469e+02
El: 9 - C.c: 3	2.643e+03	-2.568e+03	-8.025e-01	8.025e-01	9.156e+01	-9.156e+01	-3.714e-01	3.714e-01	-9.971e+03	-1.805e+04	-7.403e+01	-1.715e+02
El: 9 - C.c: 4	1.616e+03	-1.541e+03	-3.291e-01	3.291e-01	5.541e+01	-5.541e+01	-2.252e-01	2.252e-01	-6.028e+03	-1.093e+04	-2.485e+01	-7.585e+01
El: 9 - C.c: 5	1.360e+03	-1.284e+03	-2.107e-01	2.107e-01	4.637e+01	-4.637e+01	-1.887e-01	1.887e-01	-5.042e+03	-9.148e+03	-1.256e+01	-5.193e+01
El: 9 - C.c: 7	3.661e+03	-3.563e+03	1.938e+02	-1.938e+02	1.314e+02	-1.314e+02	-7.250e+00	7.250e+00	-1.431e+04	-2.590e+04	3.028e+04	2.902e+04
El: 9 - C.c: 8	3.662e+03	-3.564e+03	-1.099e+00	1.099e+00	2.506e+02	-2.506e+02	-2.009e+00	2.009e+00	-3.330e+04	-4.337e+04	-1.003e+02	-2.361e+02

PILASTRO N° 8



Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**
 Gruppo: **1** Descrizione: **MONTANTI**
 Tabella: **Tabella pilastri** Struttura: **Nuova**
 Tipo acciaio: **S 275** Beta piano 'yx': **1.000** Beta piano 'zx': **1.000**
 Tipologia sismica yx: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 Tipologia sismica zx: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 γ_{M0} : **1.050** γ_{M1} : **1.050** γ_{M1} : **1.050** γ_{M2} : **1.250** γ_{rv} : **0.000** γ_{M0} Pf: **1.000** γ_{M1} Pf: **1.000**
 Tipo collegamento: **saldato** Connessione su un solo lato Connessione sul lato corto (solo 'L')

ASTA NUM. 9	NI 31	NF 22	Lungh.	306.0 cm	SEZ. 9	Ps	HEA 140	capovolto	Indici <= 1 : VERIFICATO			
NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm		kg			kg*m						
2	0	-3693	-1	-128	0	-140	1	1	0.01	0.04	0.03	
7	0	-3661	194	-131	0	-143	-303	1	0.01	0.04	0.13	
8	0	-3662	-1	-251	0	-333	1	1	0.02	0.04	0.07	
2	153	-3644	-1	-128	0	56	-1	1	0.01	0.04	0.01	
7	153	-3612	194	-131	0	58	-6	1	0.01	0.04	0.01	
8	153	-3613	-1	-251	0	50	-1	1	0.02	0.04	0.01	
2	306	-3595	-1	-128	0	252	-2	1	0.01	0.04	0.05	
7	306	-3563	194	-131	0	259	290	1	0.01	0.04	0.13	
8	306	-3564	-1	-251	0	434	-2	1	0.02	0.04	0.09	

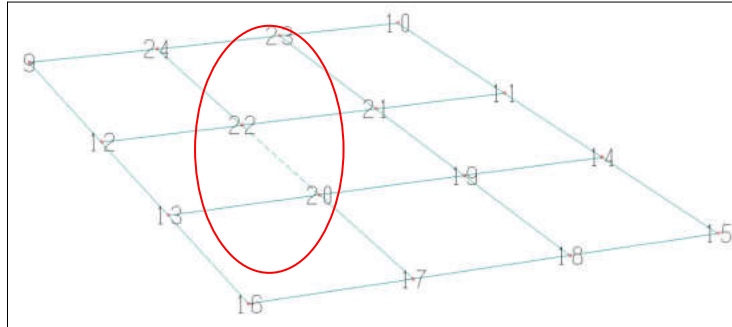
Verifica di STABILITA' e/o STABILITA' FLESSO TORSIONALE

NC	Fx	My	Mz	Classe	χ_{min} .	ky	kz	kLT	χ_{LT}	I.S.n.	I.S.m.	I.S.	Nota
	kg		kg*m										
2	-3693	252	-2	1	0.5335	0.9822	0.9424	--	--	0.08	--	0.14	
7	-3661	259	-303	1	0.5335	0.9823	0.9298	--	--	0.08	--	0.26	
8	-3662	434	-2	1	0.5335	0.9729	0.9445	--	--	0.08	--	0.17	

TRAVI DI COPERTURA

ASTA N° 17/2

El: 17 - C.c: 1	3.528e+02	-3.528e+02	-1.050e+02	1.983e+03	1.115e+01	-1.115e+01	4.312e+01	-4.312e+01	-2.852e+03	-4.272e+02	-1.165e+05	-1.904e+05
El: 17 - C.c: 2	2.296e+02	-2.296e+02	-6.610e+01	1.944e+03	-3.429e+00	3.429e+00	5.513e+01	-5.513e+01	5.137e+02	4.945e+02	-1.136e+05	-1.819e+05
El: 17 - C.c: 3	1.639e+02	-1.639e+02	-4.851e+01	1.388e+03	-2.452e+00	2.452e+00	3.939e+01	-3.939e+01	3.673e+02	3.535e+02	-8.124e+04	-1.299e+05
El: 17 - C.c: 4	9.765e+01	-9.765e+01	-3.636e+01	8.264e+02	-1.484e+00	1.484e+00	2.371e+01	-2.371e+01	2.223e+02	2.139e+02	-4.925e+04	-7.757e+04
El: 17 - C.c: 5	8.109e+01	-8.109e+01	-3.332e+01	6.861e+02	-1.241e+00	1.241e+00	1.978e+01	-1.978e+01	1.861e+02	1.789e+02	-4.125e+04	-6.450e+04
El: 17 - C.c: 7	2.232e+02	-2.232e+02	-8.310e+01	1.961e+03	1.645e+01	-1.645e+01	4.343e+01	-4.343e+01	-3.612e+03	-1.226e+03	-1.166e+05	-1.839e+05
El: 17 - C.c: 8	3.593e+02	-3.593e+02	-8.803e+01	1.966e+03	-8.729e+00	8.729e+00	5.482e+01	-5.482e+01	1.274e+03	1.293e+03	-1.135e+05	-1.884e+05



Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**
 Gruppo: **2** Descrizione: **TRAVI DI COPERTURA**
 Tabella: **Tabella travi** Struttura: **Nuova**
 Tipo acciaio: **S 275** Beta piano 'yx': **1.000** Beta piano 'zx': **1.000**
 Tipologia sismica: **Senza prescrizioni aggiuntive**
 $\gamma M0$: **1.050** $\gamma M1$: **1.050** $\gamma M1'$: **1.050** $\gamma M2$: **1.250** γ_{rv} : **0.000** $\gamma M0$ Pf: **1.000** $\gamma M1$ Pf: **1.000**
 Tipo collegamento: **saldato** Connessione su un solo lato Connessione sul lato corto (solo 'L')

ASTA NUM. 17 NI 20 NF 22 Lungh. 294.0 cm SEZ. 2 Ps IPE 240

categoria: p.p. y Permanente Neve qy tot.
 qy medio: 0.3069 1.9133 2.3343 4.5545 kg/cm

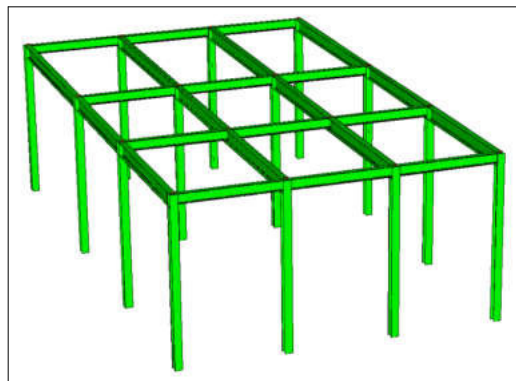
Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm	kg			kg*m							
2	0	-230	-66	3	0	5	1136	2	0.00	0.00	0.12	
7	0	-223	-83	-16	0	-36	1166	2	0.00	0.00	0.12	
8	0	-359	-88	9	0	13	1135	2	0.00	0.00	0.12	
2	147	-230	-1005	3	0	0	349	2	0.03	0.00	0.04	
7	147	-223	-1022	-16	0	-12	354	2	0.03	0.00	0.04	
8	147	-359	-1027	9	0	-0	316	2	0.03	0.00	0.03	
2	294	-230	-1944	3	0	-5	-1819	2	0.07	0.00	0.19	
7	294	-223	-1961	-16	0	12	-1839	2	0.07	0.00	0.19	
8	294	-359	-1966	9	0	-13	-1884	2	0.07	0.00	0.19	

Verifica di STABILITA' e/o STABILITA' FLESSO TORSIONALE

NC	Fx	My	Mz	Classe	$\gamma_{min.}$	ky	kz	kLT	χ_{LT}	I.S.n.	I.S.m.	I.S.	Nota
	kg	kg*m											
2	-240	6	-1819	2	0.1359	1.5000	1.0021	--	--	0.02	--	0.21	
7	-235	-81	-1839	2	0.1359	1.0382	1.0021	--	--	0.02	--	0.25	
8	-388	18	-1884	2	0.1359	1.4138	1.0034	--	--	0.03	--	0.23	

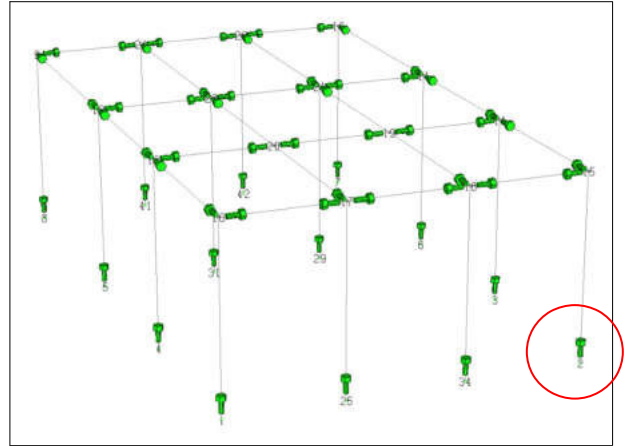


ELEMENTI "BEAM" - MONTANTI E TRAVI DI COPERTURA

VERIFICHE EC3 - GIUNTI METALLICI

COLONNA - FONDAZIONE

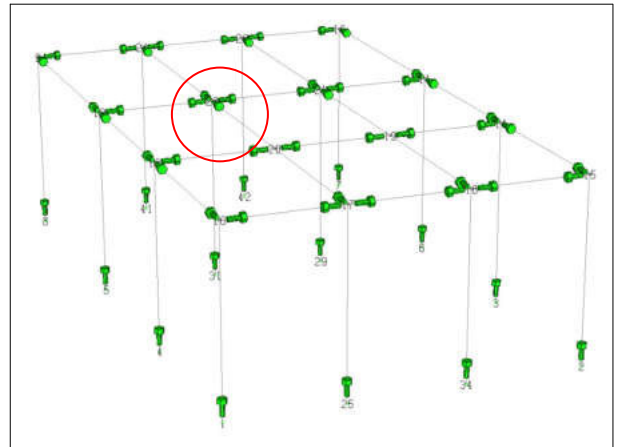
Colonna: Gruppo = 1 Elemento = 2 Nodo = 2
HEA 140 S 275 (Fe 430)
 Assi locali piastra
 N = -536.10 kg
 Ty = 179.10 kg My = 33120.00 kg*cm
 Tz = -218.20 kg Mz = 14820.00 kg*cm
[Verifica piastra di base] (S 275 (Fe 430), Rck 300)
 260x260x15 Tipologia n. 2 A = 200 B = 200 (mm)
[Verifica cls]
 Verifica cls: I.R. = 0.10 (c.c. 7)
 Verifica piastra: Sigma id = 649.5 kg/cm² I.R. = 0.24 (c.c. 7)
[Verifica tirafondo] (S 235 (Fe 360))
 Numero 6 tirafondi ad aderenza: Diam. = 16
 Lunghezza = 320 (mm) (pari a 20 diametri, aggiungere uncino)
 Massime forze trasmesse al singolo tirafondo e relative resistenze:
 Fvb,Sd = 36.37 kg Ftb,Sd = 431.33 kg
 Fvb,Rd = 2656.23 kg Ftb,Rd = 3984.35 kg I.R. = 0.11 (c.c. 7)
[Verifica saldatura profilo]
 Saldatura a completa penetrazione: verificata
 Lunghezza1: 140 (mm) Lunghezza2: 92 (mm)
 Sigma id = 614.7 kg/cm² I.R. = 0.23
[Resistenza del nodo]
 Modalità di collasso: **nessuna**, situazione più gravosa [Verifica piastra]



- GIUNTO AL NODO 2 -

TRAVE - COLONNA (flangia)

Colonna: Gruppo = 1 Elemento = 9 **HEA 140**
 Trave: Gruppo = 2 Elemento = 17 **IPE 240** S 275 (Fe 430)
 N = -359.30 kg T (taglio massimo) = -1966.00 kg Mmax neg. = -188400.00 kg*cm M torcente = 55.13 kg*cm
 Per le sollecitazioni di ogni c.c. riferirsi ai risultati dell'analisi strutturale.
[Verifica flangia] (S 275 (Fe 430))
 Flangia tipo 5: 140x300x12 A = 70 B = 160 C = 65 D = 30 E = 10 (mm)
 n. 0 file intermedie di bulloni per infittimento
 Diam. bulloni M14 Incremento foro: 1.0 (mm) (Classe 8.8)
[Resistenza zona a taglio]
 F,Rd = 14021.7 kg (resistenza anima colonna)
[Resistenza zona a compressione]
 F,Rd = 15558.6 kg (resistenza anima colonna)
[Resistenza zona a trazione]
 [Seconda fila di bulloni]
 F,Rd = 10045.1 kg (resistenza ala colonna)
 F,Rd = 12201.3 kg (resistenza flangia di estremità)
 F,Rd = 15153.6 kg (resistenza anima colonna)
 F,t2,Rd,ult = 10045.1 kg (resistenza efficace seconda fila)
[Momento resistente]
 Mj,Rd = 221092.6 kg*cm
[Rigidezza rotazionale] (calcolata per N trascurabile)
 S,j = 74060304.0 kg*cm/rad (rigidezza del giunto)
[Resistenza assiale profilo]
 Npl,Rd = 104388.1 kg |N| <= 0.05 Npl,Rd (trascurabile)
[Verifica a presso-tensoflessione del giunto]
 I.R. = 0.85
[Verifica a taglio del nodo]
 F,v,Rd = 4501.5 kg (resistenza dei bulloni a taglio)
 F,t,Rd = 6752.3 kg (resistenza dei bulloni a trazione)
 I.R. = 0.60
[Verifica di rifollamento]
 F,b,Rd = 14727.8 kg (resistenza a rifollamento)
 I.R. = 0.02
[Verifica saldatura profilo]
 Saldatura a completa penetrazione: verificata
 Lunghezza1: 120 (mm) Lunghezza2: 190 (mm)
 Sigma id = 634.4 kg/cm² I.R. = 0.24



- GIUNTO -

Cesena, gennaio 2024

Il Progettista delle strutture

